37 K. XVIII. 52 – 53

Geol.
0 41/1

J. F. D'Aubuisson de Voisins
königl. französischen Ober-Berg-Ingenieur, Ritter des königl. und Militair St. Louis-Ordens; Secretair der Academie der Wissenschaften etc. zu Toulouse, und mehrerer gelehrten Gesellschaften Mitglied;

Geognosie,

oder

Darstellung

der

jetzigen Kenntnisse

über die

physische und mineralische Beschaffenheit der Erdkugel;

deutsch bearbeitet

durch

J. G. Wiemann.

L. SCHÖNLEIN.

Erster Band.

Mit einer illuminirten Kupfertafel.

Dresden, 1821.

In der Arnoldischen Buchhandlung.

Vorrede des Uebersetzers.

Mit Vergnügen siehet der Freund und Beobachter der Natur die trefflichen Resultate menschlicher Bemühungen, welche besonders zu Erforschung unsers Wohnplatzes, der Erde, verwendet werden, sich fortwährend vermehren; mit Wohlgefallen höret er, wie auf fernen Puncten der Erdkugel eben so, wie auf den ihm nahe gelegenen das, von dem unvergeſslichen Werner aufgestellte geognostische System im Wesentlichsten überall seinen Werth behauptet, und nur einzelne Theile desselben unbeträchtlichen Modificationen unterworfen sind. Jede bekannt gemacht werdende Thatsache ist ihm willkommen, und erregt sein Interesse um so mehr, je ausgezeichneter die Männer sind, von denen solche Bekanntmachungen erfolgen.

Aus dieser Ursache mufste das Erscheinen vorliegenden Werkes von einem Verfasser, wie D'Aubuisson, grofse Aufmerksamkeit erregen. Er, der mit allen Anlagen und den nöthigen Kenntnissen ganz ausgestattet ist, der den so grofsen Vortheil genofs, Werners intimer Freund zu seyn, der gleichsam Hand in Hand mit diesem seine Forschungen in einer für Geognosie so wichtigen Gegend anstellen konnte, der sich schon durch mehrere Schrifften, besonders die, über den Freyberger Bergbau, (sur les mines de Freyberg) über die Sächsischen Basalte, (sur les basaltes de la Saxe) berühmt und sehr verdient gemacht hat, und mit rastloser Thätigkeit weiter zu führen strebt, dieser Autor, sage ich, war wohl im Stande, etwas Vorzügliches über Geognosie hervorzubringen.

Gleich nach dem Erscheinen dieses Werks machte ich mich mit dem Inhalt bekannt und fand in selbigem einen Schatz von geognostischen Wahrheiten und Thatsachen, dafs ich sogleich auf den Gedanken kam, solches, durch eine deutsche Uebersetzung, auch für diejenigen, welche mit der französischen Sprache nicht bekannt sind, nützlich zu machen.

Mehrere Unterredungen deshalb mit dem leider zu früh für die Wissenschaften verstorbenen,

Hrn. Geheimen Finanzrath Blöde bestärkten mich in dem Wunsche und Vorsatz, eine solche Arbeit auszuführen und gegenwärtig geht der erste Band dieses schönen Werkes in deutscher Sprache in das Publicum, und der zweyte Band wird bald nachfolgen.

Durch Umstände zwar behindert, in der Haupt-Schule der Mineralogie, in dieser Wissenschaft, gebildet zu werden, hat doch besondere Neigung zum Studium der Natur, hauptsächlich in Bezug auf den Erdkörper, mich mit der Wissenschaft bekannt gemacht, welche von so entschiedenem Interesse für den Menschen ist und seyn muſs. Häufige, zum Behuf barometrischer Nivellements unternommene, Excursionen machten mir bald das Bedürfniſs mineralogischer und geognostischer Kenntnisse fühlbar, und seit einem Jahre geht mein Bestreben dahin, mich durch Studium und Beobachtung in selbigen, so weit es andere Arbeiten verstatten, so zu befestigen, um jede künftige Reise mit desto mehr Nutzen zu unternehmen.

Bey der Uebersetzung bin ich dem Originale treu gefolgt, und habe mich bemüht, so deutlich als möglich zu seyn, auch hier und da einige kleine Anmerkungen hinzugefügt.

Uebrigens wünsche ich, daſs diese Unternehmung von Nutzen seyn, und die Geognosie eine immer gröſsere Anzahl Freunde gewinnen möge!

Dresden, im Januar 1821.

J. G. Wiemann.

Vorrede des Verfassers.

Wenig Kenntnisse sind so geeignet, die Neugierde des Menschen zu erregen, und würdiger seinen Geist zu beschäftigen, als die Kenntniſs von dem Bau und der Bildung der Kugel, welche er bewohnt. Sobald er nur anfing, von seiner Urtheilskraft Gebrauch zu machen, muſste er sie auch an solchen Gegenständen üben; auch gehet die Geschichte geologischer Meinungen bis in die entferntesten Zeiten zurück. Sie gehörten zu den Studien der ägyptischen Priester, der ersten Bewahrer menschlicher Wissenschaften; und nach dem, was von ihnen zu uns gekommen ist, scheint es, daſs sie die Erde als ursprünglich mit Wasser bedeckt, und im Schooſse derselben gebildet, ansahen.

Diese Lehre hatte also eine groſse Gleichförmigkeit mit der in der heiligen Schrift, wo der älteste Schriftsteller, Moses, uns den Allmächtigen vorstellt, wie er das Weltgebäude im Wasser bil-

det, dann das unsern Erdball bedeckende Wasser an einem Orte sammelt und also die Erde schuf. [1])

Von Aegypten gingen die wissenschaftlichen Kenntnisse nach Griechenland über. Nach dem Beyspiel verschiedener Philosophen seiner Nation unterrichtete sich Thales bey den Aegyptiern; er brachte ihr geologisches System nach Milet, und lehrte solches in seiner Schule, unstreitig der berühmtesten des Alterthums, unter Verbindung mit den Naturwissenschaften. In einigen andern trug man dennoch verschiedene Systeme vor, so stellte Zenon dar: das Feuer sey der Grundstoff von Allem und folglich auch der Erde; übrigens sahe man die Erde, den Himmel und selbst die Götter als aus ätherischen Stoffen bestehend an.

Uebrigens würde es unnütz seyn, den geringsten Begriff einer bestimmten Geologie bey Philosophen oder vielmehr bey Sophisten zu suchen, welche, die Kenntniſs der Thatsachen verachtend, sich ganz ihrer Einbildung hingegeben hatten, und nur auf die Erzeugnisse derselben einen groſsen Werth legten. Nichts konnte bei ihrem Geschmack und Neigung für gelehrte Abhandlungen mehr genügen, als Hypothesen über die Bildung der Erde; sie wetteiferten darin, und durchliefen fast gänzlich den Kreis der möglichen Dinge. Auch giebt

1) 1 Buch Mos. 1 Cap. V. 1. 2. 9.

es in diesen letztern Zeiten wenig allgemeine Wahrheiten, zu welchen unsere Arbeiten und Wissenschaften uns geführt haben, wovon man nicht Andeutungen und manchmal sogar bestimmte Erklärungen in ihren Schriften fände; allein sie schreiten dabey auf Stützpuncten fort, die nicht fester als die Irrthümer sind, unter welchen sie verbreitet worden.

Diese gänzlich speculative Art, die Geologie zu behandeln, ist, bis auf einige geringe Ausnahmen, bis gegen das Ende des letzten Jahrhunderts fortgesetzt worden. Sie hat nur nichtige Theorien hervorgebracht, deren Umfang gewiſs nicht den Namen einer Wissenschaft verdient, und welche einen Miſscredit auf diejenige geworfen haben, welche ihrer Etymologie nach, die Kenntniſs der Erde zum Gegenstande haben sollte.

Die glückliche Umwälzung, welche Bacon und Neuton, in dem Studio der Natur-Wissenschaften bewirkt hatten, war bey der Geologie nur sehr spät bemerkbar. Es kostete den an Speculation gewöhnten systematischen Geistern viel Mühe, von der glänzenden Sphäre der Einbildungskraft zur kalten Untersuchung der Thatsachen herabzusteigen, und eine Uebung des Verstandes zu verlassen, um sich einer scheinbar mechanischen Arbeit hinzugeben. Vergeblich hatten im Anfange des 16. Jahrhunderts Agricola in Sachsen, und Bernhard von

Palissy, ein bloſser Töpfer in Frankreich, einige vernünftige Begriffe über die Bildung mineralischer Substanzen aus Beobachtungen abgeleitet; das schwache Licht, welches diese beiden, für ihr Jahrhundert auſserordentlichen, Männer verbreitet hatten, verlöschte bald und die Geologie verlor sich in die Dunkelkeit und Nichtigkeit scholastischer Streitigkeiten.

Es öffneten sich jedoch, sowohl einleuchtende, als merkwürdige Thatsachen von allen Seiten: die Muscheln, die Skelette von Fischen, und andere Spuren von Thieren und Pflanzen, welche man oft im Innern der mineralischen Massen findet und welche bezeugen, daſs ein Theil der Erdrinde nach dem Daseyn der organischen Wesen gebildet worden, muſsten die Aufmerksamkeit der Gelehrten auf sich ziehen: sie fesselten besonders die des *Stenon* (1669).

Allein zu dieser Zeit, wo alle wissenschaftlichen Sätze der Herrschaft der Theologie untergeordnet waren, wurden jene Thatsachen der allgemeinen Sündfluth zugeschrieben, und man stritt lange über die Art wie dadurch selbige erzeugt seyn könnten.

De Maillet, welcher sich lange in Aegypten aufgehalten hatte, von der Lehre der alten Philosophen dieses Landes eingenommen war, und wo er bemerkt hatte, wie die Gewässer durch ihren Ab-

satz die Masse der Erde vermehren, versuchte eine allgemeine Erläuterung dieser Thatsachen. Er stellte in seinem Telliamed [1]) die Meinung wieder auf, daſs unser Erdball aus Schichten bestände, die nach und nach durch ein Meer, dessen stufenweiser Rücktritt unsere festen Länder entblöſst hätte, über einander gelagert worden wären.

Diese Bildungsweise wurde von dem berühmten Linnée, in seinem Werke über die Zunahme der bewohnbaren Erde (de telluris habitabilis incremento), angenommen.

Noch mehr wurde sie es aber, wenigstens für die Schichten der Oberfläche der Erde, von Buffon, in seiner Rede über die Geschichte und Theorie der Erde (Discours sur l' histoire et la théorie de la terre), ein Werk, von denjenigen wesentlich verschieden, worin er sich bemühet hat, die Hypothese zu unterstützen, welche er sich über die Bildung des Planeten-Systems erdacht hatte; und obschon im Allgemeinen die Gemälde dieses groſsen Malers der Natur sich mehr durch erhabene Entwürfe und ein glänzendes Colorit, als durch Genauigkeit des Zuges empfehlen, so ist doch nicht zu verkennen, daſs er sich nahe an die Thatsachen gehalten hat. Unglücklicherweise waren aber die

1) Telliamed ist der Name des Verfassers, wenn man die Ordnung der Buchstaben umkehrt. 1740.

von ihm beobachteten und die, welche man zu dieser Zeit annahm, zu wenig zahlreich, auch waren sie nicht alle gleich bestätigt.

Bestimmte Thatsachen mufsten die Grundlage, so wie die Materialien zu dem zu erbauenden Gebäude seyn, und man mufste anfangen, sie zu sammeln; hier sowohl, als in den andern Zweigen der Naturwissenschaft und Physik, bestehet die wahre Wissenschaft in Beobachtung und Vereinigung der Thatsachen, so dafs ihre Verhältnisse hervortreten, und daraus die Gesetze abgeleitet werden können, denen sie unterworfen sind. Man kannte kaum und doch nur unvollkommen, einige Quadrat-Meilen der Erdoberfläche, und man wollte davon auf die Bildung der ganzen Kugel schliefsen! Diese Verfahrungsart mufste geändert werden, man mufste zuerst auf eine bestimmte Weise den unsern Beobachtungen zugänglichen Theil der Erde kennen lernen, und folglich mit mineralogischen Beschreibungen verschiedener Theile der Erde den Anfang machen.

Der Schwede Tylas ist, wie ich glaube, der erste, welcher, den Nutzen solcher Beschreibungen einsehend, einige unternahm und bekannt machte (1750).

Diesem Beyspiel wurde bald gefolgt: die ansehnliche Menge unterirdischer Baue in Schweden und Deutschland und die grofse Zahl unterrichte-

ter Personen, welche zu Leitung jener Baue verbunden waren, vermehrten daselbst sowohl die Mineralogen, als mineralogischen Beschreibungen.

Die mineralogischen Abhandlungen, welche nachher erschienen, besonders die von Wallerius (1778) und Gerhard, enthalten schon viel Thatsachen über die Lagerung der Mineralien. Allein keine stellte eine gröſsere Zahl dergleichen dar, als die physische Geographie von Bergmann; dieser berühmte Gelehrte zählte darin nach einer methodischen Ordnung alle diejenigen auf, welche zu seiner Kenntniſs gekommen waren, und alles, was man damals über die Schichten der Erde und die Erzgänge wuſste.

Zu gleicher Zeit beschäftigten sich gelehrte Reisende mit dem Studio des Erdbodens der Gegenden, welche sie durchreisten; dem berühmten Pallas, dessen Reisen in die am wenigsten bekannten Theile Ruſslands so viel Kenntnisse über dieses weite Reich und seine Naturgeschichte verbreitet haben, gehört der erste Rang: allein die Geschwindigkeit, mit welcher sie gemacht wurden, die wenigen in einem so groſsen Raume durchlaufenen Linien, und der Zustand der Mineralogie zu dieser Zeit lassen bedauern: daſs sein groſses Werk keine verhältniſsmäſsige Menge gehörig umständlich beschriebener geologischer Thatsachen enthält: jedoch haben die darin erzählten, ferner, die Ansichten des Verfas-

sers, und vornehmlich seine Beobachtungen über die zahlreichen Knochen von Elephanten, Rhinoceros und andern Thieren der heifsen Zone, welche man in dem beeisten Boden Syberiens begraben findet, doch zur Erweiterung unserer geologischen Kentnisse beygetragen.

Frankreich hatte auch seine mineralogischen Beschreibungen. Guettard und Monnet unternahmen mit Beyhülfe verschiedener Naturforscher und von der Regierung unterstützt, die Beschreibung des ganzen Königreiches nach einem weiten Plane, und führten einige Theile aus: allein die gesammelten Thatsachen blieben abgesondert, da die Geologie noch keine Grundsätze hatte, mit deren Hülfe man sie vereinigen konnte. Der berühmte und unglückliche Lavoisier wirkte bei dieser Unternehmung mit: einige Aufsätze, die er lieferte und seine vorzügliche Urtheilskraft berechtigen zu glauben, dafs, wenn ihn nicht besondere Umstände von diesem Gegenstand abgeleitet hätten, dieser Reformator der Chemie wahrscheinlich auch einer von denen der Geologie gewesen seyn würde. Andere Gelehrte versuchten besondere Beschreibungen unserer Provinzen: Gensane lieferte die von Languedoc; Hr. Faujas die der Dauphinée und machte uns noch mit den Vulcanen des Vivarais bekannt: schon Desmarest hatte die vulkanischen Erzeugnisse der Auvergne einigermaafsen gehörig beschrieben und

dargestellt: Palasson zeigte uns in seinem Versuche über die Pyrenäen (Essais sur les Pyrénées) die Structur dieser Gebirge; und lehrte uns den wichtigen Umstand, daſs die Richtung der Lager daselbst der Richtung der Gebirgskette parallel sey.

Allein von allen Schriften, welche zu der Zeit (1779) erschienen, ist keine wichtiger, keine hat mehr zum Fortschritt der Geologie beygetragen, als die ersten Reisen von Saussure in den Alpen, (Voyages de Saussure dans les Alpes). Der Verfasser, von aufgeklärtem und urtheilskräftigem Geiste, ein genauer und vorurtheilsfreier Beobachter, von einer vernünftigen und vorsichtigen Einbildungskraft, von viel Ordnung in den Begriffen und Klarheit in der Darstellung derselben, ein Physiker vom ersten Range, ein Philosoph, den ganz Liebe zur Wahrheit und das Verlangen antrieb, zum Fortschritt einer Wissenschaft beyzutragen, für welche er eingenommen war; der Verfasser, sage ich, ist einer jener für die Wissenschaften schätzbaren Männer, welche unfehlbar die Fortschritte der Wissenschaften sichern, womit sie sich beschäftigen. Seine *Reisen*, merkwürdig durch eine groſse Zahl wichtiger mineralogischer Thatsachen, durch geologische Beobachtungen von groſsem Werthe, und durch einige vortreffliche Nebenbemerkungen, nehmen noch jetzt die erste Stel-

le unter den über geologische Gegenstände erschienenen Werken ein. Die Folgerungen darin fliefsen natürlich aus den berichteten Thatsachen; die systematischen Begriffe begegnen sich darin nur nach und nach, und sind mit einer Behutsamkeit dargestellt, welche zum Beyspiel dienen sollte.

Man könnte vielleicht wünschen, dafs dieses Werk ein Ganzes von mehrern Zusammenhange bildete, und Saussure darin die allgemeinen Resultate seiner Beobachtungen bestimmt angegeben hätte; allein man mufs bemerken, dafs er dem Publice nur eine Reihe nach und nach gemachter und oft mit langen Zwischenzeiten unterbrochener, Reisen übergab; gewifs war der Verfasser der Versuche über die Hygrometrie, und der auf dem Col du Géant gemachten meteorologischen Beobachtungen wohl fähig, den Plan eines wissenschaftlichen Werks auf eine vorzügliche Weise zu verfassen und auszuführen. Was die allgemeinen Resultate betrift, so raubten ihm in seinen letztern Jahren Bekümmernisse und darauf erfolgter Verdrufs die Kraft, die besondere Abhandlung abzufassen, in welcher er jene Resultate zusammenstellen wollte.

Saussure hatte, fast in allen seinen Arbeiten, einen seiner Landsleute J. A. Deluc aus Genf, zum Nacheiferer, der durch die Dienste schätzbar ist, welche er verschiedenen Theilen der Physik und Geologie geleistet hat: allein da sein Geist mehr

auf gelehrte Abhandlungen und Streitigkeiten, als auf Beobachtungen gerichtet und er ein weitschweifiger Schriftsteller war, so bleiben seine zahlreichen, mühselig zu lesenden und wenig bestimmte Thatachen euthaltenden Werke weit hinter Saussur's Reisen zurück.

Einige Jahre vor Bekanntmachung der Schriften der so eben erwähnten Gelehrten wurde einer jener talentvollen Männer, welche die Natur von früher Jugend an zur Reform der Wissenschaften bestimmt zu haben scheint, Werner, mit frühreifen Geistesvorzügen ausgezeichnet, zum Vortrage der Mineralogie in der Hauptstadt dieser Wissenschaft selbst, zu Freyberg in Sachsen, beauftragt, in der Schule Europens, wo die Kenntniſs der Mineralien mehr, als wo anders, der Gegenstand der Arbeiten verschiedener berühmten Gelehrten (Agricola, Henkel, Lonheis, Charpentier, etc.) gewesen war, und in einer Gegend, wo eine groſse Anzahl unterirdischer Werkstätten in den Stand gesetzt hatten, die Art und Weise zu beobachten, wie die Mineralien im Schooſse der Erde geordnet sind, und mehrere Umstände zu bemerken, welche ihre Bildung begleiten muſsten.

Werner, der seinen Gegenstand in seiner ganzen Ausdehnung umfaſste, sahe ein, daſs die Mineralogie auf dieselbe Art abgehandelt werden müsse, wie die mineralischen Substanzen durch ihre

Vereinigung den unsern Beobachtungen zugänglichen Theil der Erdkugel zusammensetzen.

Da er bey der Untersuchung der mineralischen Schichten unwidersprechliche Beweise ihrer allmähligen Bildung fand, und überzeugt war, daſs die Natur, die alles mit Ordnung geschaffen, selbige gewiſs auch in dieser Formations - Reihe beobachtet hatte, so beschäftigte er sich mit Untersuchung derselben. Das Wenige, was er über diesen Gegenstand bey seinen Vorgängern fand, genügte ihm bei weitem nicht und vielleicht schien es ihm sogar, daſs keiner von ihnen den Gegenstand aus seinem wahren Gesichtspuncte betrachtet hatte: es war dem geschicktesten Mineralogen, dem Manne möglich, der am meisten geneigt war, alte Bahnen zu verlassen und sich einen neuen Weg zu öffnen, welcher gerade zu dem Ziele führte, das er erreichen wollte. Mit einem vortrefflichen Scharfsinn, und mit dem höchsten Grade des Talents begabt, die Thatsachen zusammenzustellen, und sie unter sich zu ordnen, vereinigte er alles, was seine eigene Beobachtungen, und die seiner Vorgänger, ihm über die Zusammensetzung und Structur der verschiedenen mineralischen Massen und Schichten, ihr gegenseitiges Verhältniſs, die Umstände ihrer Auflagerung und Bildung, die Ordnung ihrer Aufeinanderfolge, und ihr relatives Alter etc. gelehrt hatten; und bildete daraus eine Lehre, der er den

Namen Geognosie gab; er beschränkte also die Wissenschaft, welche seit mehrern Jahren mit dem Namen der Geologie bezeichnet war, und welche, wie schon gesagt, nur ein Gewebe von, über die Bildung der Welt gewagten, Hypothesen gewesen ist, auf bestimmte Thatsachen.

Werner hat nicht allein diesen neuen Zweig der Naturgeschichte geschaffen, denn „von ihm und „nur von ihm allein schreibt sich die bestimmte „Geologie in Betreff der mineralischen Beschaffen-„heit der Schichten her", sagt ein urtheilsfähiger Richter M. Cuvier,[1]); sondern er hat ihr auch von seinem Lehrstuhle herab, dreyſsig Jahre lang, den bewundernswerthen Nachdruck gegeben, wodurch in den letztern Jahren so groſse Fortschritte gemacht worden. Er trug seine Lehre mit einer solchen Kunst vor, daſs er seine Zuhörer bis zum Enthusiasmus durchdrang; er wuſste nicht allein Geschmack, sondern auch Hinneigung für seine Wissenschaft einzuflöſsen. Bald nach Anhörung seines Unterrichts, und erfüllt mit ihrem Gegenstande, haben sich viele seiner Zöglinge, Freiesleben, Mohs, Esmark, d'Andrada, Raumer, Engelhardt, J. Charpentier, Brocchi etc. in alle Thei-

1) Vorrede, welche sich zu Anfange der Untersuchungen über die fossilen Knochen (Recherches sur les ossemens fossiles) befindet, und eine Darstellung der geologischen Systeme enthält.

le von Europa zerstreuet, und die Archive der Mineralogie mit ihren zahlreichen Beobachtungen bereichert, Hr. von Humboldt, allen Gefahren, Mühseligkeiten und Entbehrungen trotzend, ist in die Neue Welt eingedrungen, und hat uns sodann durch die Menge und Wichtigkeit der Resultate seiner Untersuchungen verwundert; Hr. von Buch hat Norwegen, Italien, die africanischen Inseln etc. bereiset, von wo er eine reiche Ausbeute geognostischer Thatsachen mitgebracht hat. Man kann von Werner dasselbe sagen, was man von Linnée gesagt hat: die Erde ist mit seinen Schülern bedeckt und die Natur von einem Pol zum andern im Namen eines einzigen Mannes befragt worden.

Ich habe den Vortheil gehabt, den Unterricht dieses grofsen Meisters in den Jahren 1800 u. 1801 zu benutzen, und der Gegenstand desselben ist mir so anziehend und neu erschienen, dafs ich mich entschlofs, ihn in meinem Vaterlande bekannt zu machen. Dieser Plan, dessen Ausführung ich nahe glaubte, wurde auch alsbald dem Publico bekannt gemacht [1]; allein meine Dienstgeschäfte, die eine andere Anwendung meiner Zeit erforderten, haben mich genöthiget, sie bis jetzt zu verschieben.

Die Umstände hatten mich in die günstigste Lage versetzt, um Werners Lehre kennen zu ler-

1) Brochant mineralogie tom. 2, 1802.

nen. Vier Iahre lang beehrte mich dieser berühmte Gelehrte mit besonderer Sorgfalt, in zahlreichen Unterhaltungen enthüllte er mir auf jede Weise die Grundzüge seiner Wissenschaft, und bezeichnete mir den bey den Untersuchungen, welche zu einer wahren Geognosie führen können, zu folgenden Weg. Nur nach diesen Grundsätzen, und nach einem 20jährigen Studio und Arbeiten, in mittelbarer und unmittelbarer Beziehung auf geognostische Gegenstände, mache ich dieses Werk bekannt.

Eingestehend, dafs es nach Werners Grundsäzzen und einem von ihm vorgezeichneten Plan entworfen worden, eingestehend, dafs ihm die Ehre von dem gehört, was gut und nützlich darin ist; so mufs ich doch nicht weniger bemerken, dafs es keine Darstellung, noch auch kein blofser Commentar seiner Vorträge ist.

Werner hat nichts geschrieben; er sprach genug bey seinen Vorlesungen; er stellte dabey Grundsätze und Resultate auf, die er auf Thatsachen stützte, welche aus der Gegend Freyberg selbst genommen wurden, um von seinen Zuhörern besser verstanden zu werden. Was würden für die Leser dieses Werkes ähnliche Thatsachen seyn, wenn sie sich fast alle auf eine entfernte und sehr beschränkte Gegend bezögen? Ich habe von denen Gebrauch machen müssen, welche im Einzelnen von den berühmtesten Beobachtern dargestellt worden; ich

habe natürlich auch die liefern müssen, welche ich selbst, vornehmlich in Frankreich, zu beobachten Gelegenheit gehabt habe.

Auch die von Werner zu der Zeit, als ich seinen Unterricht erhielt, bekanntgemachten Resultate sind theilweise durch neuere Beobachtungen modificirt worden; auch sind fast alle Theile dieses Werkes, sowohl in der Hauptsache, als der Gestalt verschieden von dem, was sie gewesen wären, wenn ich nur eine Entwickelung der Vorlesungen zu Freyberg zu der Zeit, als ich mich dort befand, geliefert hätte.

Werner hat fortgefahren, von Jahr zu Jahr, einige Puncte seiner Lehre zu modificiren und selbst zu verändern; seine Zöglinge haben, unter Befolgung der Vorschriften, die er ihnen selbst ertheilt hatte, und je nachdem sie ihre Beobachtungen vervielfältigten, seinem Werke neue Vervollkommung verliehen, und tragen unaufhörlich noch dergleichen bey. Mitten unter diesen, so zu sagen, täglichen, durch die schnellen Fortschritte der Geognosie nöthig gewordenen, Veränderungen kann ich nicht die Meinung hegen, hier ein geschlossenes wissenschaftliches Ganze zu liefern; ich glaube nur, die wichtigsten der geognostischen Thatsachen, welche uns bekannt sind, gesammelt, allgemeine Thatsachen und die Resultate, zu welchen man gelangt zu seyn glaubt, dargelegt und die Grundsätze fest-

gestellt oder entwickelt zu haben, welche zu Sicherung der Fortschritte der Wissenschaft zu beobachten sind.

Ich gebe jedoch keinesweges diese Resultate und Grundsätze als unwiderlegbare Wahrheiten; unterwerfe sie vielmehr dem Zweifel und der Prüfung der Gelehrten; indem ich überzeugt bin, dafs man vorzüglich bey der Geognosie den Grundsatz von Descartes anwenden kann: Derjenige, welcher die Wahrheit zu erkennen strebt, soll wenigstens ein Mal in seinem Leben an dem zweifeln, was man ihn gelehrt hat.

Die Wahrheit zu verbreiten, ist hier mein einziger Gegenstand, und ich werde mit Vergnügen jede Arbeit ansehen, welche eine Wahrheit feststellen wird, selbst dann, wann sie den Sturz einer der Behauptungen herbeiführen sollte, welche ich für wahr gehalten habe oder noch für wahr halte.

Es ist nicht der Wunsch, ein System zu unterstützen und zu beglaubigen, weshalb ich die Feder ergriffen habe. Ich habe bestimmt gar keins, und wenn es scheint, dafs bey der Abhandlung über die Massen und Lager der Mineralien, ich einer Hypothese über die Art ihrer Bildung gefolgt bin, so hat mir eine solche Verfahrungsart einfach und geeignet geschienen, die Thatsachen besser darzustellen und sie unter sich zu vereinigen; gleichsam wie die Physiker, welche, ohne von dem Da-

seyn der magnetischen Flüſsigkeit überzeugt zu seyn, sie gleichwohl annehmen, um das, was bei verschiedenen Ereignissen des Magnetismus vorgeht, besser darstellen zu können. Diese Art, die Thatsachen zu sammeln, hängt übrigens so wenig mit der Hauptsache meines Werks zusammen, daſs der Geologe, der eine ganz verschiedene substituiren wollte, welcher, zum Beyspiel, Hutton's oder Herschel's System annehmen würde, kaum einige Paragraphen in dieser Abhandlung abzuändern hätte; die beobachteten Thatsachen und ihre geognostischen Folgerungen würden dieselben bleiben.

Wir kommen wieder auf die Geschichte der Geognosie zurück und nachdem erwähnt worden, was Werner für diese Wissenschaft in Deutschland gethan hat, wollen wir einen Blick darauf werfen, was in andern Gegenden vorging.

In Frankreich hatten die in allen Classen der unterrichteten Personen verbreiteten Schriften von Buffon den Geschmack für die Naturgeschichte und besonders für die Geologie herbeigeführt. Man ergab sich dem Studio derselben, und die Arbeiten der französischen Gelehrten, welche wir schon angeführt haben, so wie die Werke der Hrn. Patrin, Delamétherie, Ramond etc. trugen merklich viel zu unsern Begriffen und Kenntnissen über die Theorie und Zusammensetzung unsrer Erde bei. Aber vorzüglich verdankt die Geologie dem Dolomieu

den Aufschwung, den sie bei uns genommen hat, dem Naturforscher von vorzüglicher Fähigkeit, von einem entschiedenen Geschmack für Reisen und geologische Untersuchungen; durch die Umstände auf die noch thätigen Vulcane von Europa geführt, widmete er ihnen ein besonderes Studium und gab uns zuerst bestimmte Begriffe über ihre Erzeugnisse und die Natur der vulkanischen Substanzen im Allgemeinen. Die Arbeiten der Hrn. Faujas, Fleuriau-de Bellevue, Spallanzani und Cordier, haben nachher neues Licht über diesen Gegenstand verbreitet. Die mineralischen Massen, welche nicht zu den vulkanischen gehören, fesselten auch die Aufmerksamkeit des Dolomieu, und einige darüber bekannt gemachte Aufsätze beweisen die tiefe Kenntnifs, welche er von ihrer Beschaffenheit hatte.

Ein frühzeitiger Tod, wodurch wir der Schriften verlustig wurden, in welchen er die Resultate seiner Beobachtungen aufzeichnen sollte, würde ein doppelter Verlust für die Wissenschaft gewesen seyn, wenn er uns nicht Schüler hinterlassen hätte, die würdig sind, Erben seiner Talente und Lehren zu seyn.

Mit dem Vortrage der Geologie in der Bergschule beauftragt, wufste er auch Liebe für diese Wissenschaft seinen Zöglingen einzuflöfsen und leitete ihre ersten Schritte in der Laufbahn, die verschiedene von ihnen jetzt mit so viel Auszeichnung

verfolgen. Die Zöglinge dieser Schule, welche übrigens durch den Unterricht des Hrn. Hauy zu einer sonst unbekannt gewesenen Genauigkeit in Bestimmung der Gattungen der Mineralien gebiltet, durch Hrn. Vauquelin in die Geheimnisse der Zusammensetzung der Mineralien eingeweihet, durch Hrn. Brochant von dem, was in fremden Ländern geschehen ist, unterrichtet und in guten Methoden geübt worden, diese Zöglinge haben in die zahlreichen mineralogischen Schriften, welche sie täglich bekannt zu machen haben, eine Genauigkeit, aufgeklärten Geist, gesunde und philosophische Ansichten gebracht, welche sie ausserordentlich empfehlungswerth machen. Mit dieser Schule verbunden, in Werners Schule gebildet, habe ich gesucht, in dieser Abhandlung den Geist und die Arbeiten beyder zu benutzen.

In Frankreich haben noch die Untersuchungen über die Reste organischer Wesen, welche in die Schichten der Erde eingeschlossen sind, das Meiste zu den Fortschritten in der Geognosie beygetragen. Werner hatte den Vortheil solcher Untersuchungen sehr ausgezeichnet, und selbst den Plan entworfen, nach welchem sie gemacht werden sollten; man verdankt den Hrn. Blumenbach und von Schlotheim eine Reihe merkwürdiger Beobachtungen über die Fossilien; allein die grossen Arbeiten des Hrn. Cuvier haben eine neue Ordnung der Dinge her-

beigeführt und machen hier die glänzendste Epoche aus. Mit dem Auge des Verstandes auf jene zahlreichen Knochen gerichtet, welche seit Jahrtausenden in unsern Steinbrüchen zerstreut und begraben liegen, hat dieser berühmte Gelehrte sie zusammengebracht, vereinigt und auf diese Art die bewundernswürdige Auferstehung der Wesen bewirkt, denen sie angehörten. Nur den zahlreichen Anwendungen, die er von seinen Entdeckungen und tiefen Kenntnissen in der vergleichenden Anatomie, der er nur erst ein neues Daseyn verliehen hat, gemacht hat; nur der Anwendung, die Hr. Brogniart von der Kenntnifs der Fossilien auf die Umgebungen von Paris gemacht; der, hauptsächlich durch diesen Naturforscher, festgesetzten und von Hrn. Omalius d'Halloy und andern Gelehrten befolgten Unterscheidung der in dem Busen des Meeres niedergelegten und der in den süfsen Wassern gebildeten Lagern; und endlich den schönen Beobachtungen des Hrn. Beudant über die Muscheln, welche in gesalzenen und ungesalzenen Wassern leben können, verdankt die Geschichte der Flötzschichten einen Grad von Interesse und selbst Gewifsheit, welche die der Ur-Schichten nicht hat. Die zahlreichen Spuren von Thieren aller Classen, welche sich in den Flötzlagern finden, sind als die Zeugen ihrer Bildungs-Epochen und manchmal als Merkmale der Umwälzungen zu betrachten, welche

diese Formationen erzeugt oder ihnen vorausgegangen sind. Die Wissenschaft des Hrn. Cuvier, welche uns auf eine Weise lehrt, diese verschiedenen Zeugen einander gegenüber zu stellen; und die Verhältnisse dieser Fossilien sowohl unter sich, als anderer jetzt noch lebenden Wesen. zeigt, kann uns in den Stand setzen, über die relativen Epochen und verschiedene andere Umstände ihrer Bildung zu urtheilen: sie kann die Geschichte der unorganischen Reiche mit der der organischen in Mitbeziehung bringen und endlich einiges Licht über die Natur der vormaligen Bevölkerung des Erdbodens, so wie über die Veränderungen, denen sie vielleicht unterworfen gewesen, verbreiten.

Während die Geognosie solche Fortschritte unter uns machte, sahe man sie mit Verwunderung in England, wo so viel Männer von ausgezeichnetem Verdienste in diesen Zeiten zum Fortschritte der physicalischen Wissenschaften so wirksam beygetragen haben, auf einem Puncte stehen bleiben; allein ein eben so schneller als sicherer Gang hat nun diese Nation auf eine Linie mit Deutschland und Frankreich gebracht, und vielleicht verspricht sie jetzt der Wissenschaft die bestimmtesten Fortschritte. — Hutton hatte zu Ende des letzten Jahrhunderts ein geologisches System zu Edinburgh bekannt gemacht, welches von denjenigen ganz verschieden war, welche damals erschienen; durch

Hrn. Playfair, einen berühmten Mathematiker und eben so ausgezeichneten als vortrefflichen Schriftsteller unterstützt und mit Erläuterungen versehen, wurde es bald in Schottland und selbst in England aufgenommen.

Die schönen Erfahrungen von Hall über die Wirkung der Wärme auf Körper, die einer grofsen Zusammendrückung unterworfen sind, schienen ihm einen neuen Grad von Wahrscheinlichkeit zu geben, und es war in seinem gröfsten Ansehen, als ein Zögling der Freyberger Schule, Hr. Jameson, zu Edinburgh selbst, (1808) unter den Augen der Hrn. Playfair und Hall, eine Vereinigung von Naturforschern stiftete, die den Namen: Werners Gesellschaft annahm. Die gelehrten Streitigkeiten wurden unter beiden Partheien angeknüpft und heftig: der Angriff war zur Erkenntnifs der Wahrheit günstig; das neue Institut, welches sich an die von Wernern vorgezeichnete Beobachtungs-Weise hielt, und dasjenige verliefs, was es noch Hypothetisches in der Lehre dieses grofsen Meisters geben konnte, beschäftigte sich blos mit der Untersuchung bestimmter Thatsachen. Ohngefähr zu derselben Zeit bildete sich nach Grundsätzen, die, wo möglich, jedem systematischen Begriffe noch fremder sind, zu London eine geologische Gesellschaft, deren einziger Gegenstand ist: die auf die Kenntnifs der mineralischen Structur der verschie-

denen Gegenden der Erde Bezug habenden Untersuchungen aufzumuntern: die von ihr bereits bekannt gemachten Aufsätze bezeugen sowohl die Nützlichkeit ihrer Stiftung, als auch den guten Erfolg ihrer Arbeiten. Das Beispiel der Hauptstadt ist in den Provinzen nachgeahmt worden, und das Land Cornwallis hat auch seine besondere geologische Gesellschaft.

Obschon in Italien die Geister ganz besonders zu den Uebungen der Einbildungskraft geneigt sind, folglich mehr zur speculativen Geognosie verleitet werden, so enthalten doch mehrere Werke, welche in diesem Theile von Europa erschienen sind, vornehmlich die von Fortis, Spallanzani und Breislack noch eine grofse Anzahl schätzbarer Urkunden, hauptsächlich über die Vulkane.

Der Antrieb ist geschehen; von allen Seiten beschäftigt man sich eifrig mit der Geognosie; sie ist nun der Gegenstand der Arbeiten der meisten Naturforscher, und der Aufmerksamkeit aller Classen von Gelehrten; so viel Interesse gewähren die Säzze, welche sie abhandelt und haben einen ganz besondern Reitz für unsern Geist! Man erinnere sich, dafs sie der Gegenstand der Betrachtungen der glänzendsten Genies, welche dem Menschengeschlecht Ehre machten, und der Gelehrten des ausgezeichnetesten Verdienstes; des Descartes, Leibnitz, Buf-

fon, etc. Linnée, Bergmann, Lavoisier, Saussure, Laplace, Cuvier u. s. w. gewesen sind.

Noch mehr als jeder andere Zweig der Naturwissenschaften sucht die Geognosie unsern Geist zu erheben, unsere Begriffe zu erweitern; mehr als jede andere macht sie die Vorzüglichkeit und Würde der Naturgeschichte fühlbar.

Die bürgerliche Geschichte kann uns mitten unter ihren Gräueln betheiligen; sie ist die Geschichte unserer Mitmenschen: das Gemälde erlebter Unglücksfälle, welches uns die zu fürchtenden vorherverkündiget, kann unserer Klugheit die Mittel zeigen, ihnen zuvorzukommen, und man mufs sich wohl entschliefsen, die traurigen Annalen davon zu lesen.

Aber wie betrüben die Scenen, wo wir so oft die Unschuld geopfert, das Laster siegend sehen, unsre Seele und zerreifsen unser Herz! Welche Unordnung im übrigen, welche Uneinigkeit, welche Unbeständigkeit in diesem Gewebe der Kleinheiten, Thorheiten und abergläubischen Meinungen!

Die Geschichte der Natur bietet uns ein ganz anderes Schauspiel dar; hier ist alles grofs, alles ist in einer Uebereinstimmung und bewundernswürdigen Ordnung; überall siehet man ewige Wahrheiten und unbewegliche Gesetze; ihre erhabenen

Gemälde erheben unsern Geist und betrüben nie unsere Seele; alle ihre Seiten erregen das Interesse des wahren Philosophen und erfordern seine Bewunderung. Der Geologe, welcher die Erdkugel, die Umwälzungen, die sie erlitten, die Massen, welche sie zusammensetzen, studiren und beschreiben, welcher suchen soll, das Geheimniſs ihrer Bildung zu durchdringen, ist ganz besonders der Geschichtschreiber der Natur; er ist gleichsam der Bewahrer ihrer Jahrbücher und auch der Dollmetscher derselben.

Die Geognosie giebt übrigens auch dem Menschen im bürgerlichen Leben, so zu sagen, materielle Vortheile.

Sie ist die Fackel, welche dem Bergmann auf seiner unterirdischen Bahn leuchtet; sie ist es, welche ihm den Grad von Wahrscheinlichkeit anzeigt, mit welcher er zur Aufsuchung dieses oder jenes Metalls oder brennbaren Fossils in einer bestimmten Gegend verschreiten soll; sie ist es, welche ihm den Weg zeigt, den er nehmen soll, um einen Gang wieder zu finden, den er verlohren hat etc.

Die Kenntniſs der groſsen mineralischen Massen, nämlich die Geognosie, ist dem Ingenieur nützlich, welcher mit Anlegung der Straſsen und Canäle beauftragt ist; es liegt ihm daran, die Gegend, wo er seine Werke errichten, die Umstände der

Gebirgs-Lagerungen, den mehrern oder mindern Widerstand derselben, entweder in Rücksicht auf die zerstörende Kraft der atmosphärischen Elemente oder die Wirkung der zusammendrückenden Kräfte, gut zu kennen.

Der Geograph, welcher eine Gegend, ihren physischen Zustand, die Gestalt ihrer Oberfläche, erkennen lehren soll, kann in geognostischen Kenntnissen grofse Hülfe finden. Die mineralogische Beschaffenheit des Bodens übt einen grofsen Einflufs auf die Gröfse und Form der Berge, der Hügel und folglich auch auf die Menge und Gewalt der fliefsenden Gewässer aus; sie ist sogar in einiger Beziehung mit dem, mit Gewächsen versehenen, Boden und folglich auch mit den Erzeugnissen und der Bevölkerung eines Landes.

Das Studium der Geognosie bietet noch einen besondern Reitz dar, den ich bezeichnen mufs, denn er hat auch zu ihren Fortschritten beygetragen. Sie beschäftigt nicht allein den Geist, sonderu erfordert auch eine Thätigkeit des Körpers, welche jungen Beobachtern besonders gefällt; die Hindernisse, welche sie oft zu überwinden, die Gefahren selbst, denen sie manchmal zu trotzen haben, um den Zweck ihrer Wanderungen zu erreichen, reitzen ihren Muth und treiben schmeichelnd ihre Eigenliebe an. Saussure, der sich in etwas von dem

Montblanc, welcher ihm alle Tage einen Gipfel zeigte, den er verschiedene Mal vergeblich angegriffen hatte, getrotzt glaubte, verdoppelte seine Anstrengungen, und vielleicht verdanken wir nur dem heftigen Verlangen, in seiner Unternehmung [1]) zu siegen, die schönen Beobachtungen, welche dieser Naturforscher auf dem höchsten Berge von Europa gemacht hat.

Wenn nach vielen Mühseligkeiten und Ueberwindung vieler Schwierigkeiten endlich der Beobachter auf jenen grofsen Höhen, welche eine ganze Gegend beherrschen, seine Blicke umher führt, so entwickelt sich das reitzendste Schauspiel vor seinem Gesicht: die ganze Welt scheint unter seinen Füfsen zu seyn; die Menschen und ihre Denkmäler erscheinen in ihrer ganzen Kleinheit, ich möchte sagen in ihrem Nichts; seine Seele, die an seiner Erhöhung Theil nimmt, und sich über alle niedrige Leidenschaften, allen kleinlichen Eigennutz, welche unten die Menschen bewegen, erhaben fühlt, geniefst eine der sanftesten Empfindungen, deren sie fähig ist.

Nur mit Bedauren entreifst er sich des lieblichen Genusses, und oft führt ihn nur der Wunsch, einen ähnlichen dergleichen zu empfinden, auf an-

1) Mene incepto desistere victum!

Virg. Aeneid., lib. I.

dere Berge, welches der Wissenschaft neue Beobachtungen verschaft.

Wird es mir wohl, mit dem Wunsche, zum Fortschritte dieser Wissenschaft beyzutragen, erlaubt seyn, hier einige Betrachtungen für diejenigen aufzustellen, welche sich dem Studio derselben mit Erfolg widmen wollen?

Zuerst werde ich mit Werner ihnen in Erinnerung bringen, daſs die Kenntniſs verschiedener Zweige der physicalischen Wissenschaften ihnen schlechterdings nöthig ist.

In den ersten Rang setzen wir die *Oryctognosie*, nähmlich den Theil der Mineralogie, welcher die verschiedenen Mineralien kennen und sie von einander gut unterscheiden lehret: alle Beobachtungen des Geologen, der diese Kenntniſs nicht besitzt, sind schlechterdings unvollkommen und unbestimmt. Wenn er die Zusammensetzung einer Gegend, welches immer der Gegenstand seiner Arbeit ist, kennen lehren will, so hat er zwey Bestimmungen zu machen: erstlich soll er die mineralischen Substanzen anzeigen, welche zu jener Zusammensetzung gehören, und dann die Art angeben, wie sie geordnet sind; nur die Oryctognosie kann ihn in den Stand setzen, die erste Bestimmung zu bewirken, und nur wann sie geschehen ist, kann er bequem zur zweiten übergehen. Wie viel schätzbare Natur-

forscher haben, fast ohne allen Nutzen, ihre Bemühungen und Zeit damit verwendet, dafs sie sich, ohne eine hinlänglich umfassende Kenntnifs der Mineralogie, mit geognostischen Unternehmungen befafst haben! Das Buch der Natur, sagten sie, war ihnen offen; allein man mufste die Zeichen kennen, mit welchen dieses Buch geschrieben ist, und diese Zeichen sind hier die Mineralien.

Es reicht hin, zu bemerken: dafs die *Physik* die Gesetze kennen lehrt, welche die Materie zu regieren scheinen; und dafs sie vornehmlich, indem sie die Natur-Ereignifse und die selbige erzeugenden Ursachen uns beständig vor die Augen hält, uns in den Stand setzt, die Verhältnisse zu ergreifen und würdigen zu lernen, die zwischen den Wirkungen, welche wir sehen und den Ursachen, denen wir jene zuschreiben müssen, statt finden, um einsehen zu lernen, wie nöthig diese Wissenschaft demjenigen ist, der sich mit den Revolutionen der Erdkugel beschäftigt und die Veränderungen zu erklären sucht, die ihre Oberfläche erleidet oder erlitten hat.

Wenn derselbe Beobachter in die Einzelheiten der Bildungen der Mineralien eingehet, siehet er nichts weiter als Niederschläge, Crystallisationen und Auflösungen; die Kräfte, welche die Mineralien erzeugt, welche die Grundstoffe derselben ver-

einiget haben, sind verwandte Kräfte; er kann ihre Wirkungen, ohne eine tiefe Kenntnifs in der allgemeinen Chemie, nicht schätzen.

Allein es ist ihm viel Vorsicht und Unterscheidungskraft nöthig, wenn er von dem, was in unsern Laboratorien geschieht, auf das, was in der Natur vorgeht, schliefsen will: die Natur wirkt auf unermefsliche Massen, sie hat die Zeit zu ihrer Disposition, diese ist ein Nichts für sie; und diese beiden Umstände reichen oft hin, die Wirkungen eines und desselben Agens und die Producte einer und derselben Ursache unähnlich zu machen. Wir können uns übrigens nicht schmeicheln, die Mittel zu kennen, welche die Natur bei ihren Bildungen anwendet, und dürfen nicht schliefsen, dafs ihr eine Wirkung um deswillen unmöglich ist, weil wir sie in unsern Werkstätten noch nicht haben hervorbringen können, dafs, zum Beispiel, eine Substanz deshalb unzersetzbar ist, weil wir sie noch nicht zersetzen konnten.

Die übrigen Zweige der Naturgeschichte und vorzüglich die Conchyologie sind dem Geologen von grofsem Nutzen; sie geben ihm jene grofse Menge von Muscheln, jene Ueberreste von Thieren und Pflanzen zu erkennen, die er in einer grofsen Anzahl von Schichten des Erdballs findet, und welche so viel Licht über verschiedene Umstände ih-

rer Bildung geben. Derjenige, welcher diese Begriffe nicht hat, und stets genöthigt ist, zu andern Naturforschern seine Zuflucht zu nehmen, wird bey jedem Schritte in dem Studio der Flötzgebirge aufgehalten werden.

Mit diesen verschiedenen, so eben angezeigten, Kenntnissen soll der Geologe einen ganz vorzüglichen Beobachtungsgeist verbinden, der umfassend genug ist, die Verhältnisse der oft entfernten Thatsachen zu ergreifen, der aber auch zugleich für einzelne Gegenstände empfänglich ist. Zwischen den Astronom, der, seine Beobachtungen in die Unermeſslichkeit der Himmel ausdehnend, sich bis zu dem unendlich Groſsen erhebt, und den genauen Naturforscher gestellt, der, mit einem Mikroscope bewaffnet, die Geheimnisse der Natur in den Organen einer Milbe oder in den Wellen eines kleinen Crystalls zu belauschen sucht, und bis in das unendlich Kleine hinabzusteigen scheint; soll der Geologe mit der Gröſse und dem Umfang der Ansichten des erstern den Scharfsinn und die Genauigkeit des zweyten vereinigen.

Indem Werner dadurch zeigte, was der vollkommene Geolog seyn sollte, dachte er nicht daran, daſs er sich selbst in seiner genauen Wirklichkeit schilderte.

Mit den nöthigen Kenntnissen versehen und den erforderlichen Eigenschaften begabt, soll derjenige, der sich für die Geognosie bilden will, seinen vorzüglichsten Unterricht aus unmittelbarer Beobachtung der Natur schöpfen.

Nur wenn er die Mineralien in ihrem ursprünglichen Lager studirt, kann er zu vernünftigen Begriffen über ihre Bildung gelangen: nur wenn er mit eigenen Augen die Lager und Gänge sieht, kann er sich einen genauen Begriff von ihrer Gestalt, Structur und gegenseitigen Ordnungsfolge machen; nur wann er selbst viel gesehen und beobachtet hat, kann er die Beobachtungen anderer gut schätzen, sie einer richtigen Critik unterwerfen und daraus Folgerungen ziehen; nur ihm kommt es zu, die erste Lehre zu geben, welche Wallerius seinen Schülern in der Mineralogie gab, als er ihnen empfahl: zu Fuſse zu gehen und mit dem Hammer in der Hand die Natur in ihren eigenen Werkstätten zu befragen. [1])

Uebrigens ist es weniger die Zahl, als die Ge-

1) Ite filii, emite calceos, montes accedite, valles, solitudines, littora maris; terrae profundos sinus inquirite; mineralium ordines, proprietates, nascendi modos notate: tandem carbones emite, fornaces construite, et sine taedio coquite; ita enim ad corporum proprietatumque cognitionem pervenietis; alias non. Systema mineralogicum, Praefatio.

nauigkeit der Beobachtungen, welche das Verdienst ausmacht, und unglücklicher Weise haben hier die Beobachter nur zu oft mit einem, den nach Belehrung strebenden Menschen natürlichen, Hange zu kämpfen: sobald bey der Durchreise eines Landes, bloſse Ueberblicke die erste Neugierde befriedigt haben, wollen sie weiter gehen; schwer entschliessen sie sich, zurück zu kehren, um den nehmlichen Gegenstand unter allen seinen Gestalten und in allen seinen Einzelheiten zu sehen; und doch sind die Beobachtungen dieser Art wirklich schätzbar für die Wissenschaft, sie sichern ihre Fortschritte und sie bewahrt sie sorgfältig in ihren Archiven auf. — Der Geologe, welcher dergleichen Beobachtungen machen will, unternehme, zum Beispiel, die vollständige Beschreibung einer durch ihre mineralogische Beschaffenheit merkwürdigen aber wenig ausgedehnten Gegend; er erlange den ersten Begriff dadurch, daſs er sie in zwei oder drei verschiedenen Richtungen durchgeht, so daſs er im Stande sey, den Plan zu der auszuführenden Arbeit gehörig zu machen, und die Reihe der zu lösenden Aufgaben zu bestimmen; seine Einsicht und Beobachtungs-Art werden ihm, theils nach dem, was er schon von dem Lande gesehen hat, theils nach dem, was er bey Vermehrung seiner Untersuchungen sieht, anzeigen, an welchen Puncten er seine Beobachtungen machen und seine Data, zur Auflösung der sich vorgelegten Aufgaben,

nehmen soll: er wird die Gegend nicht eher verlassen, bis sie gelöfst sind, oder bis er sich von der Unmöglichkeit überzeugt hat, sie ganz oder theilweise zu lösen.

Wollte ich durch ein Beispiel die Vorzüglichkeit solcher Beschreibungen hervorgehen lassen, und zugleich die Art zeigen, mit welcher sie gemacht werden müssen, so würde ich diejenige anführen, welche die Herrn Cuvier und Brogniart von *dem Boden der Umgebung von Paris* geliefert haben.

Es würde überflüssig seyn, dem Beobachter zu empfehlen; die Thatsachen so wie sie in der Wirklichkeit sind, zu sehen und anzumerken, und sich dabey jeden Vorurtheils und Wunsches, sie in eine systematische Theorie zu bringen, zu entledigen: ein System ist oft nur ein gefärbtes Glas, welches, vor die Augen des Naturforschers gestellt, die Farbe der Gegenstände, die er durch selbiges sieht, verändert oder wechselt.

Da ich übrigens jedes blindlings angenommene System entfernen will und nochmals wiederhole, dafs die Beobachtung die einzige Grundlage der Geognosie ist, bemerke ich nicht weniger, dafs derjenige, welcher sich ihrem Studio widmet, sich nicht auf die Bestätigung und das Sammeln der Thatsachen beschränken soll; er mufs auch, wie man schon oben gesehen hat, Folgerungen daraus

ziehen; er muſs sich sogar bis zur Kenntniſs ihrer Ursachen erheben: allein bey diesen Arbeiten soll er sich immer erinnern, daſs alle Schlüsse, welche er ziehet, alle Grundsätze, die er aufstellt, nur die Folgerungen beobachteter Thatsachen seyn sollen, und jede Hypothese ihm untersagt ist.

Erlaubt ihm manchmal der Mangel einer hinreichenden Anzahl Data nicht, zu einer strengen Auflösung zu gelangen, und verleiten ihn die Analogie und Folgerung zu einer Muthmaſsung, so hüte er sich, sie in einer Wirklichkeit darzustellen, welche sie nicht hat, und einen Grund seiner Lehre daraus zu machen.

Die Beobachtung, die Grundsätze einer reinen Physik und die Regeln einer genauen Logik, das sind die einzigen Mittel, welche ihm anzuwenden erlaubt sind, um das Gebäude der Wissenschaft zu erbauen.

Inhalts-Anzeige.

Einleitung.

		Seite.
§. 1.	Gegenstand und Etymologie der Geognosie.	1
- 2.	Allgemeiner Ueberblick des Ganzen der Geognosie. - - -	3
- 3.	Plan des Werks. - -	10

Erster Theil.

Allgemeine Betrachtungen über die Erdkugel und die mineralischen Massen, welche sie zusammensetzen.

Erstes Capitel.

Von der Gestalt und Masse der Erdkugel.

§. 4, Ihre Gestalt nach den Gesetzen des Gleichgewichts der Flüssigkeiten, und nach den Messungen und Beobachtungen. Die Erde ist flüssig gewesen; 21. §. 5, Ihre Gröfse; 22. §. 6, Ihre Dichtheit; 24.

Zweites Capitel.

Von den Flüssigkeiten, welche die feste Masse der Erdkugel umgeben.

Erste Abtheilung. Von der Atmosphäre §. 7, Ihre Zusammensetzung (Bestandtheile); 28. §. 8, Ihre Höhe; 30. §. 9, Ihre Bewegungen; 30. §. 10, Meteoriten; 31.

Zweyte Abtheilung. Von dem Wasser auf der Erdkugel. a) Von dem Wasser in den Meeren. §. 11, Ausdehnung und stete Dauer des Meeres; 32. §. 12, Bewegung der Gewässer im Meere; Ebbe und

Fluth; Strömungen; 34. §. 13, Gehalt der Meerwasser. Salzigkeit; 38. b) Von dem Wasser in der Atmosphäre. §. 14, Uebergang des Wassers in die Atmosphäre. Ausdünstung; 43. §. 15, Rückkehr des Wassers auf die Erde. Regen, seine Menge, Thau; 46. c) Von dem Wasser auf der Oberfläche des festen Landes. §. 16, Von den fliefsenden Gewässern; 51. §. 17, Gehalt der Quellen und fliefsenden Gewässer; 52.

Drittes Capitel.

Von den Unebenheiten auf der Erd-Oberfläche §. 18, Gegenstand dieses Capitels; 57. §. 19, Verschiedene Arten von Unebenheiten; 58.

Erster Abschnitt. Unebenheiten der Oberfläche des festen Landes —

Erste Abtheilung. Von den Gebirgen und Gebirgs-Ketten. §. 20, Berg und seine Theile; 62. §. 21, Allgemeiner Begriff einer Gebirgs-Kette, ihre Structur und Theile; 64 §. 21,b Ioch; 68 §. 22, Abfälle. Verschiedene Neigungen; 71. §. 23, Zweige; 76. §. 24, Thäler, Gründe, Schluchten; 78. §. 25, Gipfel; 84. §. 26, Gebirgspässe; 87. §. 27, Verbindung der Ketten untereinander; 89. §. 28, Gränzen zwischen den verschiedenen Ketten; 93. §. 29, Allgemeine Richtung der Ketten; 95. §. 30, Bassins und Seen in den Gebirgen; 97.

Zweyte Abtheilung. Von den Hügeln. §. 31, Hügel; 101.

Dritte Abtheilung. Von den Ebenen §. 32, Gewöhnliche Ebenen; 102. §. 33, Hoch-Ebenen oder Platten; 103. §. 34, Bassins und Flüsse. Beobachtungen in Bezug auf die Darstellung der Unebenheiten des Landes auf den Charten; 107.

Zweiter Abschnitt. Unebenheiten des Meeres-Grundes. §. 35, Allgemeine Beobachtungen; 109. §. 36, Gebirgs-Ketten im Meer; 110. §. 37, Felsen und Inseln, die durch die Zoophyten aufgebauet worden; 111.

Viertes Kapitel.

Von den Kräften, welche eine Wirkung auf die Erd-Oberfläche ausüben, und den durch

diese Wirkung hervorgebrachten Umwälzungen oder Veränderungen.

Erster Abschnitt. Von den Kräften und der Beschaffenheit ihrer Wirkung. —

Erste Abtheilung. Aeufsere Kräfte. — 1) Wirkung der Atmosphäre §. 38. Wirkung der Luft auf die Erdoberfläche; 115. §. 39, Wirkung der Wärme; 117. §. 40, Wirkung des Blitzes, 118 — 2) Wirkung des Wassers. a) Zerstörende Wirkung. §§. 41, 42, 43, 44, Durch seine Bewegung. Wilde Gewässer. Gewässer in Strom-Gestalt, in den Seen und Meeren; Zerweichung der Dämme; 125. §. 45, Durch sein Gewicht. Einsenkungen; 131. §. 46, Durch sdine Ausdehnbarkeit beym Gefrieren; 132. §. 47. Auflösende Wirkung auf die Gesteine; 134. §. 48, Zersetzung der Gesteine; 134. b) Wiedererzeugende Kraft, §. 49, Unterschiede zwischen den chemischen und mechanischen Niederschlägen; 137. §. 50, Fliefsende Gewässer; 138. §. 51, Stehende Gewässer; 141. §. 52, Mineralische Formationen, welche noch auf der Oberfläche des festen Landes entstehen; 143. §. 53, Jetzige Bildungen in den Meeren. 149.

Zweyte Abtheilung. Innere Kräfte. a) Von den Vulcanen und vulcanischen Erscheinungen. §. 54, Lage der Vulcane; 151. §. 55, Allgemeiner Begriff von den vulcanischen Erscheinungen; 154. §. 56, Rauch; 158. §. 57, Vulcanische Asche; 158. §. 58, Vulcanischer Sand; 160. §. 59, Vulcanische Schlakken; 160. §. 60, Ungeschmolzene Steine; 162. §. 61. Wurf-Kraft der Vulcane 162. §. 62, Art, auf welche die Laven aus dem Krater kommen; 163. §. 63, Laven in den vulcanischen Gebirgen und in den Kratern: Ausflufs und Gang der Laven; 165. §. 64, Geschwindigkeit der Laven-Ströme; 167. §. 65, Ihre Zähheit; 169. §. 66, Langsamkeit des Erkaltens; 169. §. 67, Wärme der Laven; 170. §. 68, Gröfse der Ströme; 172. §. 69, Wässerige und kothige (schlammige) Ausbrüche; 173. §. 70, Luft- und Koth-(Schlamm) Vulcane; 178. §. 71, Springende Gewässer: Geisers; 180. §. 72, Vulcane im ruhigen Zustande; 182. §. 73, Meteorologische Erscheinungen, die mit den vulcanischen Eruptionen in Verbindung stehen; 184. b) Von den Erdbeben. §. 74. Verschiedene Arten von Erdbeben; 186. §. 75, Vulcane,

welche während der Erdbeben entstanden sind; 187. §. 76, Erscheinungen bey den Erdbeben; 189. §. 77, Beobachtungen über die Entfernung, in welche sich die Erschütterungen verbreiten; 193. c) Beobachtungen über die Ursache der vulcanischen Erscheinungen. §. 78, Der Wärmestoff ist die Haupt-Krafft dieser Erscheinungen; 195. §. 79, Brennstoff, welcher dem vulcanischen Feuer zur Nahrung dient; 195. §. 80, Ursache der vulcanischen Feuersbrünste; 197. §. 81, Materie der Laven; 199. §. 82, Ursachen der Eruptionen; 200. §. 83, Lage der vulcanischen Heerde. 203.

Zweyter Abschnitt. Von den auf der Erd-Oberfläche bewirkten Veränderungen und Beschädigungen. §. 84, Oberfläche der Erde unmittelbar nach ihrer Bildung; 206. —

Erste Abtheilung. Zerstörende Wirkungen der Schwere §. 85, Senkungen, Einstürze; 209. —

Zweyte Abtheilung. Wirkungen der atmosphärischen Elemente. §. 86, Das Erniedrigen des Niveau's der Hochlande; 211. §. 87, Zerstückelung der Lagen; 219. §§ 88. 89. 90. 91, Bildung der Thäler: Umstände der Bildung: Schätzung der Macht der Kräfte, welche zur Aushölung der Thäler mitwirken: die Gestalt und Structur der Thäler entdecken ihren Ursprung; Deluc's etc. Meinung über ihren Ursprung; 233. §. 92, In die Ebenen und Meere geführte Producte der Auflösung; 236. —

Dritte Abtheilung. Von den Vulcanen und Erdbeben herrührende Wirkungen. §. 93. Wirkungen von den Vulcanen; 239. § 94, Wirkungen durch die Erdbeben; 244. §. 95, Schluſs dieses Capitels; 252.

Fünftes Capitel.

Von der Structur und Auflagerung der Gebirgs-Massen. §. 96, Verschiedene Arten von mineralogischen Structuren; 254. §. 97, Erklärungen: Mineral; Gestein; Schicht: Formation: Gebirge; 255. §. 98. Verschiedene Arten von geognostischen Structuren; 257. —

Erste Abtheilung. Structur der Gesteine, §. 99, Verschiedene Arten von Structur in den Gesteinen; 258. §. 100, Einfache Structur; 260. § 101. Trümmerartige (Stückliche) Structur; 260. §. 102, Körnige (granitische) Structur; 261. §. 103, Schiefrige (zusammengesetzte) Structur; 262. §. 104. Porphyrartige Structur; 262. §. 105, Mandelsteinartige Structur; Klappersteine von Agat; 264. §. 106, Doppelte Structur; 267. §. 107, Unregelmäfsige Structur; 268. §. 108, Gesteine, welche schicklicher Weise mit einem Namen zu belegen sind; 268. —

Zweyte Abtheilung. Structur im Grofsen, oder Eintheilung der Gebirgs-Massen und Schichten. §. 109. Verschiedene Abtheilungs-Arten bey der Gebirgs-Masse; 270. a) Schichtung. §. 110, Erklärung; 271. §. 111. Bestimmung der Schichtung; 271. §. 112, Unterscheidende Kennzeichen der Schichtungs-Klüfte; 273. §. 113, Geschichtete und ungeschichtete Gebirge; 275. §. 114, Betrachtungen über die Ursachen der Schichtung; 278. b) Prismatische Absonderung. §. 115, In rechteckige Massen; 282. §. 116, In Prismen; 284. § 117, In Platten; 288. c) Kugeliche Absonderung. §. 118, Kugeliche Gestalt, der in den krystallinischen Gesteinen; 289. §. 119, In den dichten Gesteinen. Folgerungen und Bemerkungen; 300. —

Dritte Abtheilung. Structur und Verbreitung (Ausdehnung) der Formationen. §. 121, Annahme des Wortes Formation; 303. a) Structur oder Zusammensetzung der Formationen. §. 122, Zusammensetzung einer Formation: b) Verbreitung der Formationen. §§. 123, 124, Ursprüngliche Verbreitung. Allgemeine Formationen, Theilweise Formationen; 308. §. 125, jetzige Verbreitung, 309.

Vierte Abtheilung. Von der Vereinigung oder Auflagerung der Formationen. §. 126, Umstände der Auflagerung der Schichten nach Werner; a) Von dem Parallelismus zweyer auf einander folgender Formationen. §. 127, Bestimmung des Parallelismus; 313. §§. 128, 129, 130. Seine Folgerungen in Bezug auf die Gleichartigkeit der Formationen, auf die Beschädigungen des Bodens und das Alter der Schich-

ten; 314. b) Von der Form und Lage der Schichten. § 131, Werners Lehre; 318. §. 132. Form der Schichten; 320. § 133, Streichen der Schichten; 322. §. 134, Neigung (das Fallen) der Schichten; 325. § 135, Beobachtungen über das Fallen der Schichten. Formation der einfallenden (geneigten) Schichten. Umkehrung oder Umsturz der Schichten, 327.

Sechstes Capitel.

Von den Veränderungen, welche fortschreitend in die Formation der Gebirgs-Massen gekommen sind.

§. 136. Gegenstand dieses Capitels; 332. §. 137, Die Gebirgs-Massen sind, nach Werner, durch eine Auflösung abgelagert worden, welche nach und nach niedriger würde 334. §. 138. Aenderung in der Beschaffenheit der Auflösung; 336. §. 139, Die Niederschläge sind immer weniger krystallinisch geworden; 337. §. 140, Die mechanischen Niederschläge haben nach und nach zugenommen; 338. §. 141, Allmählige Erscheinung der organischen Wesen; 341. §. 142, Eintheilung der Gebirge in fünf Classen; 343. §. 143, Besondere Formationen von Werner; 347. §. 144 und 145, Reihe der Formationen von Werner. Reihe der Schiefer, Reihe der Kalksteine; 349.

Anmerkungen.

Anmerkung.		Seite.
Erste:	Erklärung und Rang der Geognosie unter den Natur-Wissenschaften, nach Werner.	353
Zweyte:	Von der den Mineralogeen bekannten Dicke der Erd-Rinde. - -	355
Dritte:	Von der Beschaffenheit der Flüssigkeit der Gebirgs-Massen. - - -	358
Vierte:	Von den Bewegungen der Erde etc. -	369
Fünfte:	Von den Meteoriten oder Aerolithen. -	371
Sechste:	Von den Quellen. - - -	382
Siebende:	Von den durch die Vulcane hervorgebrachten Inseln. - - -	387
Achte:	Von der Verminderung der Meer-Wasser	393
Neunte:	Von den Systemen der Geogenie von Buffon, Deluc, Hutton, Laplace und Herschel.	399
Zehnte:	Von der Temperatur der Erde. — Temperatur auf der Oberfläche. Temperatur der Atmosphäre — Temperatur der Gruben und Meere. - - -	405
Eilfte:	Von der Messung der Höhen, vermittelst des Barometers. — Feststellung der barometrischen Methode. — Tafeln zur Berechnung der Höhen — Fehler der barometrischen Methode — Praktische Beobachtungen — Analytische Auflösung der Aufgabe. - -	433

Einleitung.

Gegenstand der Geognosie.

§. 1. Die Geognosie hat zum Haupt-Gegenstande die Kenntnifs der Gebirgs-Massen, oder vielmehr der verschiedenen Gruppen, oder Systeme der Gebirgs-Massen, deren Ganzes den festen Theil der Erde ausmacht. Sie betrachtet den mineralogischen Zusammenhang, die Structur, Form und Ausdehnung jedes dieser Systeme; sie handelt von deren gegenseitiger Einrichtung, deren Lagerung und ihren verschiedenen Verhältnissen: alles, was auf die Art ihrer Bildung, auf ihre Veränderungen Beziehung hat, mit einem Worte, alles, was ihre Naturgeschichte betrifft, gehört in das Gebiet der Geognosie: und weil unsere Erdkugel nur durch Vereinigung jener Systeme gebildet ist, so wird die Kenntnifs von ihrer Einrichtung das Endresultat der Wissenschaft seyn, welche wir abhandeln wollen.

Uebrigens können wir hier nur von dem Theil der Erdkugel reden, welcher der directe Gegenstand unserer Beobachtungen seyn kann, und welcher sich auf eine dünne Rinde beschränkt, deren

Dicke noch nicht den tausendsten Theil des Erd-Halbmessers beträgt [1]).

Etymologie.

Das Wort Geognosie, welches aus zwey griechischen Wörtern γῆ (tellus) und γνῶσις (cognitio) besteht, bedeutet Kenntnifs der Erde. Die Wissenschaft, welche wir mit diesem Namen bezeichnen, war ehedem unter dem Namen der Geologie begriffen, welcher von den beyden Wörtern γῆ und λόγος (sermo) abgeleitet ist: allein da lezteres eine ausgedehntere und weitläuftigere Bedeutung als γνῶσις hat, und die Geologie zu jener Zeit wirklich nicht viel mehr, als Streitfragen und Theorien über die Bildung der Erde, begriff, so haben wir einen bestimmten Ausdruck zur Bezeichnung der neuen Wissenschaft anwenden zu müssen geglaubt, und dieser Ausdruck wird in dem Sinne, den wir ihm beylegen, von dem gröfsten Theile der französischen Gelehrten angenommen.

Werner bemerkt übrigens, dafs die aus λόγος zusammengesezten Namen, wie Zoologie, Mineralogie u. s. w. das Ganze unserer Kenntnisse über diesen Gegenstand bezeichnen; und sonach begreift nach Werners Meinung die Geologie nicht nur die Geognosie, sondern auch die Geographie, Hydrographie, Geogenie (telluris generatio) [2]) u. s. w.

1) Man sehe die 11te Anmerkung am Ende dieses Bandes.

2) Man sehe in der 1ten Anmerkung die Definition der Geognosie von Werner.

Unser Werk ist also den Systemen der Geogenie fremd; allein es soll alle Thatsachen umfassen, die unsere Erdkugel darstellt und woraus man geogenische Folgerungen ziehen kann.

Allgemeiner Ueberblick des Ganzen der Geognosie.

§. 2. Um einen Begriff von den Gegenständen zu geben, welche die Geognosie, so wie wir sie betrachten, umfaſst, wollen wir zuerst einen Blick auf diejenigen Gegenstände werfen, welche sich unserer Prüfung bey Untersuchung der Beschaffenheit des Erdballes darstellen. Diese Uebersicht wird uns zugleich Gelegenheit geben, verschiedene technische Benennungen kennen zu lernen, welche wir gleich vom ersten Capitel an gebrauchen müssen.

Indem wir die Erdkugel in ihrem Ganzen betrachten, und unsere Aufmerksamkeit auf ihre Gestalt richten, finden wir, daſs letztere genau diejenige ist, welche eine flüssige Masse angenommen haben würde, der dieselben Bewegungen als der Erdkugel beygegeben sind; und wir ahnen schon ihre ursprüngliche Flüssigkeit.

Die Prüfung verschiedener Ereignisse, die sie vermöge ihrer Masse hervorbringt, veranlaſst uns zu dem Gedanken: daſs jene Flüssigkeit sich weit in ihr Inneres erstrecken muſste, und giebt uns einige Begriffe über die Vertheilung der Materie in ihren innern Theilen; dies werden die einzigen Kenntnisse seyn, welche wir von ihnen zu erlangen hoffen können.

Sodann wollen wir die zum Theil mit einem Wasserteppich bedeckte und von einer luftförmigen

Hülle eingeschlossene feste Masse der Erdkugel betrachten; wir wollen das Wasser in Dunstgestalt in die Atmosphäre sich erheben, dort Wolken bilden, in Regen, Thau u. s. w. wieder auf die Erdoberfläche fallen, daselbst fliefsen, verschiedene Substanzen aufnehmen, sich in Bäche, Flüsse, Ströme vereinigen sehen, welche leztere selbiges in einen unermefslichen Behälter führen, wo es von verschiedenen Bewegungen angetrieben wird, und von wo es ausfliefst, um sich von Neuem zu erheben und diesen Umlauf beständig fortzusetzen.

Richten wir sodann unsere Blicke auf die Erd-Oberfläche, so fallen uns die *Unebenheiten* auf, die sie von allen Seiten zeigt; hier giebt es *feste Länder* oder Continente, welche sich über dem Spiegel der Gewässer erheben; dort sind es Meer-Gründe, die sich unter jenem Spiegel verbergen. Die Continente bieten uns bald niedrige, unermefslichen Ebenen ähnliche, bald hohe und bergigte, aber nicht unbeträchtlichere, *Regionen* dar; fast überall sehen wir einen beständigen Wechsel von Erhöhungen und Vertiefungen, von Bergen, Hügeln, Thälern oder Ebenen.

Die Berge stellen uns durch ihre Vereinigung und Ordnung unter sich, verschiedene durchschnittene Ketten oder hervorspringende Rücken dar, welche sich auf mehr oder weniger beträchtliche Entfernungen fortziehen, sich verschiedentlich mit einander vereinigen, und deren Gestalt, Structur und Richtung an gewisse allgemeine Gesetze gebunden sind.

Das zerstückelte und gleichsam zerrissene Ansehen der Unebenheiten der Erd-Oberfläche, die unermefsliche Menge von Gerölle, Kies und Sand, welche von der Zerstörung der Gesteine herrührt,

beweifsen, dafs die Erdrinde und deren Massen, seit ihrer Bildung, beträchtliche Umwälzungen und Veränderungen erlitten haben. Sobald wir die Aufsuchung der *Kräfte* unternehmen, welche solche Wirkungen hervorbringen konnten, müssen wir unsere Aufmerksamkeit zuerst auf diejenigen richten, welche noch jezt Einflufs auf die Gebirgs-Massen und Lager haben: nur von dem, was geschiehet, können wir, durch Folgerung, auf das, was geschehen ist, schliefsen. Bey Betrachtung der Erd-Oberfläche sehen wir sie stets mit den von allen Seiten umgebenen *luft-* und *wasserförmigen Flüssigkeiten* in Berührung, und so zu sagen, ein Raub derselben: wir sehen die auflösende Kraft dieser Flüssigkeiten, die härtesten Gesteine angreifen und zerstören: wir sehen das Wasser, bey seinem beständigen Laufe auf den festen Ländern, unaufhörlich beschäftigt, diese zu erweichen, auszuhölen, die Theilchen, welche abgelöst sind, mit fortzuführen, die erhöheten Theile der Erdkugel auszufurchen, Hohlwege, Thäler auszugraben, und auf diese Weise ihrer Oberfläche die jetzige Gestalt zu geben. Uebrigens werden wir noch Kräfte von anderer Art gewahr: die unterirdischen Feuer, mit den Flüssigkeiten und Dünsten, denen jene eine so schreckliche Gewalt geben: bald zersprengen sie die Erdrinde und bilden Vulcane: Ströme von in Flufs gerathenen Gebirgs-Massen bedecken die benachbarten Gegenden mit einem grofsen Teppich von Lava, welche in der Folge ein neues Gebirgs-Lager wird; Aschenwolken und Steinhagel bringen ein neues Erzeugnifs hinzu; diese verschiedenen, sich um die Mündung des Vulcans anhäufenden Materien, thürmen Berge bisweilen von beträchtlicher Höhe auf: bald erschüttern dieselben in den

unterirdischen Höhlungen enthaltenen zusammengedrückten Kräfte, während ihrer krampfhaften Anfälle, die Erd-Oberfläche und bringen Erdbeben hervor, welche oft Spalten, Risse und manchmal Einsenkungen auf der Oberfläche des Bodens veranlassen.

Wenn nach dem Studio der Erd-Oberfläche der Geognost in ihr Inneres hinabsteigt, so findet er sie von der Vereinigung verschiedener Gebirgs- oder mineralischen Massen gebildet: beym ersten Anblick werden ihm diese Massen, wie aufgehäuft und ohne alle Gestalt durcheinander geworfen, erscheinen; allein eine aufmerksamere Prüfung giebt ihm zu erkennen, dafs die Unordnung nur scheinbar ist, und dafs die verschiedenen Materialien des Gebäudes, welches er betrachtet, nach einer bestimmten Ordnung auf einander gesetzt sind. Er findet, dafs die grofsen Gebirgs-Massen oder Felsen fast immer eine flache, sehr ausgedehnte, Gestalt haben, die das Bild grofser übereinandergelegter Bänke, Betten oder Lager darstellen. Er findet, dafs einige gleichartig, das heifst, von einem und demselben Gestein zusammengesetzt sind, während andere verschiedene und anders geordnete Gesteine enthalten; und auch hier siehet er eine gewisse Ordnung, eine gewisse Regelmäfsigkeit in dieser Einrichtung, welche die Structur der Gebirgs-Gesteine ausmacht. Einige Lager zeigen ihm eine zusammenhängende, am wenigsten regelmäfsig getheilte, Masse; allein er wird gewahr, dafs die meisten durch Spalten und Risse in geringere Lager, die mit ihrer Oberfläche parallel laufen, abgetheilt und demnach geschichtet sind. Er bemerkt verschiedene dergleichen, welche gewöhnlich beysammen sind, mit einander wechseln, ge-

wissermaaſsen in einander greifen, und auf diese Weise gut zu unterscheidende, auf einerley Art und zu gleicher Zeit gebildete, Systeme darstellen. Dies sind eben so viel verschiedene Formationen. Diejenigen Formationen, in denen ein gleiches Gestein vorherrscht, machen ein gleichartiges Gebirge aus, und die Vereinigung dieser verschiedenen Formationen oder Gebirge ist es, welche die mineralische Rinde der Erdkugel ausmacht.

Bey Untersuchung der Gebirgs-Massen wird der Beobachter über die darinne enthaltene groſse Menge von Ueberresten der Thiere und Pflanzen in Verwunderung gesetzt. Er erinnert sich an die Ordnung, in welcher die organischen Wesen auf der Oberfläche der Erde verbreitet sind: einige können nur in den Meeren leben; andere nur in süſsen Wassern; einige befinden sich nur in der heiſsen Zone, während andere umkommen, sobald man sie auſserhalb der kalten Zone bringt: mit einem Worte, jede Gattung scheint an ein für sie geeignetes Element und Clima gebunden zu seyn.

In den Schichten der Erde ist alles versetzt: die Spuren von Thieren, welche nur im Grunde des Oceans leben können, finden sich eingehüllt in die Gesteine, welche die Gipfel der Berge bilden; die Knochen der Thiere, welche nur unter der heiſsen Zone leben können, sind in dem beeisten Boden der Polar-Gegenden begraben. Fast überall findet er Reste von Thieren und Pflanzen, verschieden von denjenigen, welche jetzt leben, und er glaubt sich in eine neue Welt versetzt. Alles zeigt ihm, daſs sein Wohnort groſse Veränderungen und Umwälzungen erlitten hat; die in den Gebirgs-Massen incrustirten See-Muscheln sind in seinen Augen ein unwiderlegbares Zeugniſs von

dem ehemaligen Aufenthalte der Meere auf unsern festen Ländern und dem Vorherseyn der Thiere, welche diese Muscheln bewohnten, ehe die sie umgebenden Gebirgs-Massen da waren: es ist ihm klar, dafs diese Massen nicht immer fest gewesen sind. — Die Gestalt der Erde, die den Absätzen ähnliche Lagerungs-Form der meisten Gesteine, die cristallinische Beschaffenheit der diese Gesteine bildenden Mineralien u. s. w. führen ihn zu einer ähnlichen Folgerung und nöthigen ihn, zu schliessen, dafs die Massen dieser Gesteine-Lager, Mineralien, u. s. w. mit einem Worte, dafs die ganze Erd-Rinde anfänglich flüssig gewesen ist, oder in einer Flüssigkeit geschwebt hat, und dafs sie sich durch eine Reihe Niederschläge, welche sich nach und nach über einander gelagert oder ergossen haben, gebildet hat; dafs jedes Lager oder jede Schicht einer dieser Niederschläge ist, und folglich die untersten Schichten auch die ältesten sind. —

Bey Vergleichung dieser verschiedenen Schichten oder der durch ihre Vereinigung entstandenen Gebirge bemerkt er, dafs die ältesten keine Spur oder Zeichen organischer Wesen enthalten, und dafs sie also vor dem Daseyn dieser Wesen gebildet worden. Daher der Name Urgebirge: die Substanzen, aus denen sie bestehen, sind im allgemeinen von cristallinischer Structur. Die unter ihnen befindlichen, die Flötzgebirge, enthalten im Gegentheil eine grofse Menge Ueberreste von Pflanzen und Thieren, vorzüglich Schaalthiere: man siehet unter ihren Lagern eine Menge Breccien, Puddingsteine, und Sandsteine, welche hauptsächlich von den Ueberresten der Urgebirge gebildet sind. Zwischen diesen beyden Gebirgsarten, bemerkt er Uebergangs- oder Zwischen-

Gebirge, welche bis zu einem gewissen Grade die Beschaffenheit der Urgebirge haben, und zugleich die ersten Spuren organischer Wesen enthalten, die man in dem Mineralreiche findet. In den niedrigen Gegenden und unmittelbar auf der Oberfläche des Bodens, findet er mächtige Bänke von Rollsteinen, Kies, Sand und Erde, Materien ohne Zusammenhang, ohne Verbindung, welche blos durch die Gewässer fortgeführte und angehäufte Ueberreste von Gesteinen sind, und die aufgeschwemmten Gebirge ausmachen. Endlich gehört der Boden einiger Gegenden, welcher mit von den Vulcanen ausgeworfenen Materien bedeckt worden, zu den vulcanischen Gebirgen; und es geschiehet bisweilen, daſs selbige ihre Masse mit der der letzten Flötzgebirge vermischen.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen der Erdkugel und ihrer Masse gehet der Geognost zu den auf jede Gebirgsart Bezug habenden einzelnen Theilen über; er untersucht die Mineralien, aus denen sie bestehen, und die, welche sie zufällig enthalten; ferner die gewöhnlich darinnen befindlichen ungleichartigen Lager; er beobachtet bey jedem die Ferne, Ausdehnung, Schichtung, Auflagerung, die gröſsere oder geringere Leichtigkeit der Zerlegung.

Endlich gelangt er zu der Prüfung der Erzlager, zu diesen besondern Systemen der Gebirgs-Massen, in welchen sich gewöhnlich die metallischen oder brennbaren Substanzen, ein Gegenstand der Untersuchungen des Bergmannes, befinden. Diese Lager sind entweder als Schichten zwischen andere dergleichen von verschiedener Beschaffenheit eingeschaltet, oder als Gänge, nämlich, als sehr starke Streifen von mineralischer

Materie, welche die Schichten des Gesteines, worinne sie enthalten sind, durchschneiden; oder als Stöcke, das heifst, als Massen, deren drey Ausdehnungen unter sich weniger ungleich, als in den Schichten oder Gängen sind. Er untersucht ihre Gestalt, ihre Structur, die Vertheilung ihrer metallischen Theile nach Verhältnifs ihrer Gänge und Gestein - Theile, und wie sie sich sowohl unter sich, als in Rücksicht des Gebirges, wo sie vorkommen, verhalten.

Plan dieses Werkes.

§. 3. Die flüchtige Uebersicht, welche wir so eben von den verschiedenen Gegenständen gegeben haben, welche die Geognosie umfafst, zeigt den Inhalt dieses Werkes an. Die Ordnung, in welcher sich diese Gegenstände, auf eine natürliche Art, dem Beobachter dargestellt haben, bestimmte den Gang und Plan, welchen wir bey ihrer Darstellung und Entwickelung befolgten.

Wir theilen diese Abhandlung in zwey Theile. Der erste begreift allgemeine Betrachtungen über die Erdkugel und die verschiedenen Gebirge; der Innhalt von jedem seiner sechs Capitel wird durch jedem der sechs ersten Absätze der Uebersicht angezeigt. Der zweyte Theil enthält die einzelnen auf jede Gebirgsart und jedes Erzlager sich beziehenden Verhältnisse.

Ich erinnere, dafs man bey diesem Werke zum Gegenstande hat, eine Kenntnifs von der ganzen Beschaffenheit der Erdkugel zu geben.

Daher kommt es auch, dafs das erste Capitel Begriffe von ihrer Gestalt, Dichtheit und ihren Ausdehnungen enthält, die man auch in cosmolo-

gischen und astronomischen Abhandlungen findet; und das zweyte von dem Wasser, den Meeren und der Atmosphäre handelt, welche Gegenstände auch in den physicalischen Werken erwähnt werden; allein ich habe mich über diese Gegenstände kurz gefaſst und nur auf dasjenige beschränkt, was für meinen Gegenstand paſste. Uebrigens können diejenigen, denen diese Gegenstände hinlänglich bekannt sind, weiter gehen, jedoch auf diese beyden Capitel zurückkommen, wenn sie selbige brauchen sollten.

Das dritte Capitel, welches von den Unebenheiten der Erd-Oberfläche und den Gebirgs-Ketten insbesondere handelt, scheint auch zur physischen Erdbeschreibung zu gehören; allein wir haben hier diese Gegenstände mit einer ganz besondern und dem Geognosten nöthigen Art betrachtet, welcher leztere in dem Falle ist, bey der topographischen Beschreibung einer Gegend, die mineralogische vorangehen zu lassen, wie man fast immer zu thun pflegt.

Das vierte Capitel, welches sich auf den Ursprung und die Form der Unebenheiten sowohl, als die Umwandlungen bezieht, welche die mineralische Rinde der Erdkugel erlitten hat und noch erleidet, gehört besonders zur Geognosie.

Das fünfte und sechste Capitel, welche allgemeine Ansichten über die Structur, Ordnung und Formation der Gebirgs-Massen enthalten, gehören ausschlieſslich dieser Wissenschaft an.

Ueber die Capitel des zweyten Theiles werde ich eben so viel sagen.

Erster Theil.

Allgemeine Betrachtungen über die Erdkugel und die mineralischen oder Gebirgs-Massen, aus denen sie besteht.

Erstes Capitel.

Von der Gestalt und Masse der Erdkugel.

Die Betrachtung der Gestalt und Masse der Erdkugel ist von grofsem Nutzen für die Geologie durch die Einsichten, welche sie über den Urzustand unsers Planeten und einige Puncte seiner innern Beschaffenheit verbreitet, und in dieser Beziehung wollen wir jene Gestalt und Masse abhandeln.

Gestalt der Erde.

§. 4. Zahlreiche Erscheinungen hatten schon seit langer Zeit dargethan, dafs die Erde rund sey: die Schiffer, welche immer in einer Richtung fort segelten, wieder an dem Puncte eintrafen, von wo sie ausgegangen waren, und auf diese Weise die Welt umschifft hatten, setzten jene Thatsache ausser Zweifel und drückten ihr das Siegel der phy-

sischen Gewifsheit auf. Da die Kugel der einfachste der runden Körper ist, und noch nichts bewiesen hatte, dafs die Erde an einem Theile mehr, als an dem andern, abgerundet sey, so nahm man sie für völlig kugelrund an.

Gestalt der Erde nach den Gesetzen des Gleichgewichts der Flüssigkeiten.

Da sie jedoch flüssig gewesen war, wie verschiedene Umstände es vermuthen lassen konnten, so mufste ihre kreisförmige Bewegung ihre Kugelgestalt ändern, und indem diese Bewegung den nach dem Aequator zu gelegenen Theile eine grössere Fliehkraft beybrachte, mufste sie die Kugel in dieser Gegend erhöhen und unter den Polen abplatten. Nachdem Huyghens die Gesetze der Central-Kräfte entdeckt hatte, bediente er sich derselben zur Bestimmung dieser Abplattung und brachte sie auf $\frac{1}{578}$, das heifst: nach ihm verhält sich der Durchmesser des Aequators zur Erdachse wie 578 zu 577.

Wir wollen sehen, wie die Theorie zu einem solchen Resultate führen konnte [1]). Jeder Körper, welcher einen Kreis beschreibt, strebt unaufhörlich, wie man weifs, sich nach der Tangente zu bewegen, und folglich sich vom Mittelpuncte zu entfernen. Dieses Bestreben, oder die *Fliehkraft*, „Centrifugalkraft“ wird durch die Grösse gemessen, mit welcher sich der Körper wirklich in

1) Die mit kleinen Buchstaben gedruckten Gegenstände dieses Werkes sind gewissermaafsen zur Verständlichkeit oder Entwickelung des Gegenstands nöthige Bemerkungen, welche wir dem Texte beygefügt haben, um das Lesen nicht durch Nachweisungen zu unterbrechen.

der Einheit der Zeit, in der Secunde zum Beyspiel, entfernen würde, wenn die Centripetalkraft, oder das Hindernifs, welches ihn um den Mittelpunct hält, zu wirken aufhörte, und diese Gröfse wird durch den Sinus versus des in einer Zeit - Secunde beschriebenen kleinen Bogens dargestellt. Nun ist der Halbmesser des Aequators 6376986 Metres und die Erde braucht 23 Stunden, 56 Minuten, 4 Secunden zu ihrem Umlauf um die Axe, mithin wird die Fliehkraft eines Körpers unterm Aequator durch 0,016954 Metres ausgedrückt. Unter demselben Kreise bewirkt die Centripetalkraft, oder die Schwere, dafs ein fallender Körper in gleicher Zeit 4,888 Metres durchläuft: sie ist also 288,3 mal beträchtlicher, als die Centrifugalkraft, wofür Huyghens 289 annahm. Gesezt also, zwey flüssige Säulen oder Faden treffen im Mittelpunkte der Erdkugel zusammen, und gehen, der eine am Pol und der andere an irgend einem Puncte des Aequators aus, so treibt die Schwere jedes ihrer Theilchen nach dem Mittelpuncte, und damit Gleichgewicht sey, mufs die Summe der Antriebe in einem Faden der Summe der Antriebe in dem andern Faden gleich seyn. Es ist einleuchtend, dafs, wenn das Sphäroid in Ruhe wäre, die beyden Faden gleich seyn müfsten, damit diese Wirkung Statt hätte; allein es ist nicht so bey der Kreis - Bewegung; die Theile des Fadens, welcher nach dem Pole zugeht, bleiben, da sie in der Axe sind, unbeweglich, sie haben keine Centrifugalkraft und drücken wie vorher nach dem Mittelpuncte; während alle Theilchen des Aequatorial - Fadens, einen Kreis beschreibend, die Centrifugalkraft haben, welche ihrer Centralkraft entgegen ist und ihre Schwere vermindern mufs. Wenn verschiedene Körper zu gleicher Zeit Kreise beschreiben, so sind ihre Fliehkräfte den Halbmessern der beschriebenen Kreise proportional; folglich wird die Fliehkraft jedes Theilchens des Aequatorial - Fadens seiner Entfernung vom Mittelpuncte der Erde proportional seyn; da diese Entfernungen eine arithmetische Reihe bilden, deren erstes Glied Null ist, so wird es mit den Centrifugalkräften eben so seyn; dergestalt, dafs die mittlere Fliehkraft des Fadens, die man für seine ganze Länge annehmen kann, die Hälfte derjenigen ist, welche das am Aequator ausgehende äus-

serste Ende hat: sie wird also $\frac{1}{578}$ ($\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{289}$) der Schwere seyn. Da also die Theilchen dieses Fadens $\frac{1}{578}$ weniger als die des Polar Fadens wiegen, so können sie dann nur mit leztern ins Gleichgewicht kommen, wenn sie $\frac{1}{578}$ zahlreicher sind, dafs heifst, dafs der Faden, den sie bilden $\frac{1}{578}$ länger, als der andere, ist.

Damit die von Huyghens angegebene Abplattung angenommen werden konnte, mufste die Wirkung jedes Theilchens der Erdkugel nach dem Mittelpuncte gerichtet seyn: nun aber hört dieser Umstand auf, sobald das Sphäroid, kraft der Kreis-Bewegung sich abplattet, und die Richtungen der Schwere bleiben senkrecht auf der Oberfläche des Sphäroids und treffen nicht mehr im Mittelpunkte zusammen. Newton unternahm es diese Frage aufzulösen, indem er jene Betrachtung berücksichtigte; er nahm an, dafs die Masse der Erde eine gleichartige Dichtheit hätte, und dafs ihre Gestalt bey der Abplattung eine Ellipsoide würde; hiernach und mit Hülfe der Grundsätze von der allgemeinen Schwere fand er die Abplattung zu $\frac{1}{230}$.

Maclaurin bewies sodann die Gültigkeit der zweyten von Newtons beyden Voraussetzungen, nehmlich die elliptische Gestalt; was die andere, nehmlich die Gleichartigkeit der Dichtheit betrift, so zeigte Clairault, dafs sie nicht annehmbar sey. Wäre die Erde gleich dicht, so müfste die Zunahme der Schwere vom Aequator nach dem Pole dem umgekehrten Verhältnifs der Länge der Halbmesser folgen, mithin $\frac{1}{230}$ seyn: nun hat aber die Beobachtung am Pendel gelehrt, dafs sie wirklich $\frac{1}{185}$ [1] ist, es folgt also daraus, dafs die Erde in ihrem

1) Oder 0,0054. Laplace, Mem. de l'Institut 1818.

Innern dichter als an ihrer Oberfläche ist. Clairault bewies noch, dafs die Abplattung nicht gröfser als bey gleicher Dichtheit, seyn könnte, und stellte diesen schönen Satz auf: dafs in allen Hypothesen über die Beschaffenheit des Kernes im Innern der Erde die als flüssig angenommene Oberfläche derselben eine solche Gestalt annehmen mufs, bis die Zunahme der Schwere vom Aequator nach dem Pole mit der Abplattung, zweymal der Abplattung im gleichdichten Zustande gleich ist, oder welches auf eins hinaus kommt, dafs sie $\frac{5}{2}$ von dem Verhältnifs der Centrifugalkraft zu der Schwere unterm Aequator beträgt [1]).

Hr. Laplace der in seiner Mécanique céleste (Mechanik des Himmels) die Frage über die Gestalt der Planeten auf die allgemeinste Art abgehandelt hat, hat bewiesen:

„dafs die Gränzen der Abplattung der Ellip-
„soide $\frac{5}{2}$ und $\frac{1}{2}$ von dem Verhältnifs der Cen-
„trifugalkraft zur Schwere unterm Aequator
„sind; da die erste Gränze mit der Gleichar-
„tigkeit der Masse in Beziehung ist, und die
„zweyte sich auf den Fall bezieht, wo die dem
„Mittelpuncte ganz nahe liegenden Schichten
„unendlich dicht sind, so kann die ganze Mas-
„se des Sphäroids als auf diesem Puncte ver-
„einigt gedacht werden" [2]).

Die erste Gränze giebt für die Abplattung $\frac{1}{230}$ als Resultat von Newton; und die zweyte $\frac{1}{578}$, als Resultat von Huyghens. Hr. Laplace hat übri-

1) Clairault Théorie de la terre, déduite des lois de l'hydrostatique. p. 246 et 296.

2) Exposition du système du monde, Liv. IV. ch. 8.

gens den wichtigen Lehrsatz von Clairault bestätigt: dafs die Abplattung $\frac{5}{2}$ des Verhältnisses der Centrifugalkraft zu der Schwere unterm Aequator gleich ist. Diese Abplattung wird also $\frac{5}{2} . \frac{1}{288}$ — $\frac{1}{185}$ oder $\frac{1}{305}$ seyn. Dies ist das letzte Wort von der Theorie über die Gestalt des Erd - Sphäroids in dem Falle, wo die Erde flüssig gewesen wäre, dabey aber ihre gegenwärtige Dichtheit und Bewegungen beybehalten hätte.

Wirkliche Gestalt, nach Messung und Beobachtung.

Wir wollen nun diese Gestalt mit derjenigen vergleichen, welche die Erde wirklich hat, und welche uns geodätische Messungen sowohl, als astronomische Erscheinungen gezeigt haben.

Wenn die Erde ein abgeplatteter Körper ist, so genügt es, in verschiedenen Breiten zwey Grade auf ihrer Oberfläche zu messen, um auf die Gröfse der Abplattung zu schliefsen. Im Anfange des letzten Jahrhunderts führten Picard, la Hire und Cassini in Frankreich solche Messungen aus; allein, wegen der Kleinheit der Abplattung, gaben diese einander zu nahe gelegenen Grade nur kleine Unterschiede, und weil sie mit den Fehlern der Beobachtung zusammenfielen, konnte man daraus nichts Bestimmtes ableiten. Man zog daraus entgegengesetzte Folgerungen; einige Personen meinten sogar, dafs die Erde nach den Polen hin länglich und nicht abgeplattet wäre. Um den Streitigkeiten ein Ende zu machen, welche seit dreyfsig Jahren die Academie theilten, und um die Frage unwiderruflich zu entscheiden, so mufste man Grade, so entfernt als möglich, wählen und sie mit der äus-

sersten Genauigkeit messen. Diese Betrachtung trieb drey Academiker, Bouguer, la Condamine und Godin an, sich unterm Aequator zu begeben; und Maupertuis ging mit vieren seiner Mitbrüder unterm Polar-Kreis, um daselbst seine Messungen zu bewirken.

Die Messung der erstern gab für die Länge eines Grades 56753 oder vielmehr 56735 Toisen, mit den Verbesserungen, welche die Astronomen und besonders Delambre, daran zu machen, geglaubt haben.

Was den Grad unterm Polar-Kreis betrifft, so hat derselbe, sey es wegen eines Beobachtungs-Fehlers, oder daſs die örtlichen Umstände ungünstig gewesen sind, nicht dasselbe Vertrauen eingeflöſst: nach einer, in den letztern Zeiten von schwedischen Gelehrten unternommenen, nochmaligen Messung ist er unter einer mittlern Breite von 66°20',57193 Toisen gefunden worden. Da er länger als der unterm Aequator ist, so hat er die Abplattung der Erde auſser Zweifel gesetzt, und sein Längen-Ueberschuſs hat $\frac{1}{314}$ für die Gröſse der Abplattung angezeigt [1]).

Aehnliche Messungen sind an verschiedenen Orten ausgeführt worden; die folgende Tafel stellt die davon erlangten Resultate dar:

1) Die Abplattung ist mit hinlänglicher Genauigkeit durch die Formel des Maupertuis

$$\frac{3\,(D \sin^2 L - D^1 \sin^2 L^1)}{D - D^1}$$

gegeben, wo D und D^1 zwey Grade und L und L^1 ihre verschiedenen Breiten sind.

Beobachter.	Ort.	Breite.	Länge des Grades.	Abplattung.
			Toisen.	
1. Bouguer .	Peru . .	0°, 0′	56755	
2. Boscowich .	Italien . .	45, 0	56979	$\frac{1}{324}$
3. Delambre .	Frankreich .	45 0	57012	$\frac{1}{309}$
4. La Caille .	Frankreich .	49 23	57074	$\frac{1}{291}$
5. Mudge . .	England . .	52 2	57069	$\frac{1}{319}$
6. Swanberg .	Lappland . .	66 20	57195	$\frac{1}{314}$
7. Masson .	Pensylvanien .	39 12	56888	$\frac{1}{445}$
8. La Caille .	Vorgebirge der guten Hoffnung. .	33 18	57040	$\frac{1}{169}$
9. Lambton :	Indien . .	9 33	56740 ?	

Der Grad in Pensylvanien, welcher blos mit der Kette gemessen wurde, giebt ein zu abweichendes Resultat, um nicht untersucht zu werden, ehe etwas daraus gefolgert wird. Eben so würde

es voreilig seyn, von der einzigen Operation des la Caille zu schliefsen; dafs die südliche Halbkugel überhaupt mehr als die nördliche abgeplattet sey. Die Grade, welche wir angeführt haben, würden, mit dem in Frankreich verglichen, eine grössere Abplattung anzeigen: und die sämmtlichen von Lambton in Indien gemessenen Grade, mit dem in Lappland verglichen, geben $\frac{1}{307}$ (1).

Dies ist das letztere Resultat der geodätischen Messungen, welches sich durch die beyden in der gröfsten Entfernung mit aller Sorgfalt und Instrumenten, die der jetzige Zustand der Wissenschaft mit sich bringt, gemachten beyden Operationen ergeben hat.

Die Abweichungen, welche jene verschiedenen und selbst die in den letztern Zeiten mit aufserordentlicher Sorgfalt gemachten, Messungen geben, können zum Theil von Beobachtungs-Fehlern herrühren; mit den besten Instrumenten kann man nicht für ein zwey, drey und sogar vier Secunden in der Bestimmung der Breite eines Orts, und folglich in der Länge eines gemessenen Bogens, stehen. Ferner können örtliche, von der ungleichen Vertheilung der Erd-Masse in der Nähe der Operation herrührende, Anziehungen, das Bleyloth oder die Wasserwaage abgelenkt, und einen Irrthum in dieser Bestimmung veranlafst haben; so, dafs es wohl möglich seyn könnte, dafs alle vorerwähnte Bogen und ihre verschiedenen Theile wirklich einer um $\frac{1}{308}$ oder $\frac{1}{318}$ abgeplatteten Ellipse angehörten; denn zwischen diese beyden Zahlen, glauben die Physiker und Astronomen, falle die wirkliche Abplattung.

Da man jedoch siehet, dafs die verschiedenen Theile des zuletzt in Frankreich gemessenen Bogens, unter sich verglichen, nur eine Abplattung von $\frac{1}{180}$, während die Vergleichung ihres Ganzen mit dem Grade unterm

1) Journal de Physique.

Aequator $\frac{1}{309}$ und mit dem Grade in Lappland $\frac{1}{322}$ anzeigt; da man zwey auf einander folgende von Hrn. Mudge gemessene Grade einen Unterschied von 216 Metres *weniger* darstellen siehet, da man doch hätte 33 Metres mehr erhalten sollen, und man endlich bemerkt, dafs die Operationen eines so geschickten Beobachters als la Caille ist, eine Abplattung von $\frac{1}{169}$ hervorbringen u. s. w., so ist schwer zu glauben, dafs alle Erd-Meridiane vollkommene und gleiche Ellipsen seyen, dafs heifst: dafs die Erde ein abgerundeter fester Körper sey. „Ihre Gestalt, sagt Hr. Laplace, ist sehr „zusammengesetzt, wie man natürlich denken mufs, „wenn man auf die grofsen Unebenheiten ihrer Ober„fläche, auf die verschiedene Dichtheit der sie bedecken„den Theile und auf die Unregelmäfsigkeiten des Um„risses und die Tiefe der Meere aufmerksam ist.“

Uebrigens finden Unregelmäfsigkeiten nur im Einzelnen Statt; denn die Erde ist im Ganzen wirklich eine abgeplattete Ellipsoide. Die astronomischen Beobachtungen beweisen es, und die ungleiche Bewegung des Mondes, sowohl in Breite als Länge, giebt $\frac{1}{305}$ für die Abplattung [1])

Folgerung. Die Erde ist flüssig gewesen.

Wir haben gesehen, dafs diese Abplattung genau diejenige ist, welche sich nach den Gesetzen der Hydrostatik ergeben hat, nämlich, dafs die Erde genau dieselbe Gestalt hat, die sie erlangen mufste, wenn sie ursprünglich flüssig war.

Durch welchen sonderbaren Zufall hätte sie, wenn sie stets fest gewesen wäre, eine so aufserordentliche Gestalt bekommen, welche eine Folge der Eigenschaften der Flüssigkeiten ist, und diesen

1) Laplace, Mécanique céleste.

ausschliefslich eigen zu seyn scheint? Sie hat sich dieser sonderbaren Form begeben, und damit sie es konnte, mufsten schlechterdings ihre Theilchen beym Ursprung unabhängig von einander seyn, das heifst, eine flüssige Masse bilden.

Wir finden eine ähnliche Gestalt auch bey andern Planeten, und aufser einigen von besondern Ursachen herrührenden Unregelmäfsigkeiten, ist ihre Abplattung desto gröfser, je schneller ihr Umlauf ist; welches auch nach den Gesetzen des Gleichgewichts der Flüssigkeiten so seyn mufs. Jupiter, zum Beyspiel, welcher in 9 St. 56′ um seine Axe läuft, zeigt eine Abplattung von $\frac{1}{14}$. Beym Saturn ist sie beynahe dieselbe: dies ist ein offenbarer Beweis, dafs die Abplattung der Planeten eine Wirkung ihrer Umlaufs-Bewegung (Axen-Drehung) ist, und folglich *die Planeten ursprünglich wenigstens an ihrer Oberfläche flüssig gewesen sind.*

Die Beschaffenheit und Ordnung der Substanzen, welche die Oberfläche der Erde ausmachen, geben uns übrigens unmittelbare Beweise ihrer ursprünglichen Flüssigkeit [1]).

§. 5. Dieselben Messungen, welche uns die Gestalt der Erde kennen gelernt haben, unterrichten uns auch von ihrer Gröfse.

Die beträchtlichste, und wahrscheinlich, auch die genaueste dieser Messungen ist die, welche zuletzt von den Hrn. Delambre, Méchain Arago und Biot zur Bestimmung des Metre, der Grundlage des durch die Gesetze vorgeschriebenen Maafs- und

1) Man sehe die dritte Anmerkung.

Gewichts-Systems, ausgeführt worden. Der gemessene Meridian-Bogen erstreckt sich von Dünkirchen, durch Perpignan, bis zu der kleinen Insel Formentera im mittelländischen Meere; er enthält 12° 48′ 44″ und man hat ihn 705089 Toisen gefunden: woraus man geschlossen hat, dafs der Quadrant des Meridians vom Aequator bis zum Pol 5131111 Toisen oder 10 000723 gesetzliche Metres enthielt [1]).

Diesem Resultate gemäfs, und indem eine Abplattung von 0,00324, angenommen wird, hat man für die hauptsächlichsten Ausdehnungen des Erd-Sphäroids:

1) Eine erste Arbeit über die von den Hrn. Delambre und Méchain gemachte, und mit der von Bouguer verglichenen Messung, hat die Commission französischer und fremder zu Paris im Jahre 1799 wegen Bestimmung des Metre versammelter Gelehrten veranlafst: dem Quadranten des Meridians 5130740 Toisen zu geben, und der zehnmillionste Theil dieser Gröfse wurde für das Mètre erkannt und erklärt; welcher sich also zu 0,5130740 Toisen, oder 443,296 Linien fand. Exemplare dieser Gröfse wurden in die National-Archive und im Observatorio zu Paris niedergelegt: sie stellten das *gesetzliche Metre* vor.

Allein eine neue Untersuchung seiner Arbeit, und der von Bouguer, hat Hrn. Delambre nachher veranlafst: dem Meridian-Quadranten 5331111 Toisen zu geben und folglich wird sein zehnmillionster Theil 443,328 Linien; späterhin hat er 443,32, und später noch vielleicht 443,31 angenommen. (Man sehe Base du système métrique tom. III. p. 135 und 557. Astronomie, tom 3. p. 568. Das Mètre ist also nicht mehr der zehnmillionste Theil des Meridian-Quadranten; allein es ist nur um eine unbedeutende Gröfse verschieden.

Halbmesser des Aequators . . .	6376986	Metres
Halbe Erdachse . .	6356324	—
Unterschied oder Abplattung . .	20662	—
Mittler Halbmesser, oder in 45′ der Breite .	6366745	—
Grad in dieser Breite [1])	111119	—
Oberfläche der Erde ohngefähr . .	5100000	Quadrat - Myriameter.
Körperlicher Innhalt des Sphäroids . .	1079255800	Cubik Myriameter.

Dichtheit der Erde.

§. 6. Um die Masse der Erde kennen zu lernen ist uns noch übrig, ihre Dichtheit zu bestimmen.

Wir haben schon gesehen, dafs die Gröfse der Abplattung bedeutender im Innern, als nach der Oberfläche zu ist; und verschiedene andere Erscheinungen bestätigen diese Thatsache.

„Die Vorrückung der Nachtgleichen und die „Schwankung der Erdaxe, sagt Hr. Laplace, zei- „gen eine Verminderung in der Dichtheit der „Schichten des Sphäroids, vom Mittelpuncte

1) Der Halbmesser des Spöroids, für irgend eine Breite l, wird durch die Formel

$$R = 6366745 \,(1 + 0{,}001646 \cos. 2l);$$

der Grad der Breite durch

$$D = 111119 - 541 \cos. 2l$$

und der Grad der Länge, D′ durch

$$D' = 111299 \frac{1{,}001621}{1{,}001621 \cos. 2l} \cos. l$$

dargestellt.

„bis zur Oberfläche an; ohne uns jedoch von „dem wirklichen Gesetz dieser Abnahme zu „unterrichten. . . . Das Meer ist in einem „beständigen Zustande des Gleichgewichts und „dieser Zustand würde aufhören, wenn die „mittlere Dichtheit des Meeres die der Erde „überträfe. Endlich erfordern die Grundsätze „der Hydrostatik, dafs, wenn die Erde ur„sprünglich flüssig gewesen ist, die dem Mittel„puncte zunächst gelegenen Theile zugleich „die dichtesten seyn müssen."

Diese letzte Behauptung ist nur auf die Theile der Erde anwendbar, welche zu gleicher Zeit flüssig gewesen sind; und vielleicht ist es mit dem ganzen Innern wirklich so. Allein in dem äufsern Theile, in dieser dünnen Rinde, dem Gegenstande der Beobachtungen des Mineralogen, welche Rinde von schon verdichteten Massen oder Schichten gebildet worden, als selbige von andern Massen oder Schichten bedeckt wurden, können letztere sehr gut eine Dichtheit haben, welche gröfser ist, als die unter ihnen liegenden Substanzen haben: denn man findet Lager von geschwefeltem Blei auf Kalklagern, obschon ersteres viermal schwerer als letzterer ist.

Uebrigens ist es doch entschieden, dafs überhaupt die Dichtheit der Erdkugel zunimmt, je nachdem man in ihr Inneres dringt; und die Gesetze, nach welchen sich die Schwere auf ihrer Oberfläche richtet, veranlassen den Hrn. Laplace zu dem Gedanken: dafs diese Zunahme, wenigstens bis zu einer grofsen Tiefe, zum Beyspiel von zwey oder dreyhundert Meilen, progressiv ist.

Dieselben Gesetze verleiten ihn auch zu dem Schlufs: dafs die concentrischen Schichten, aus

welchen man sich doch die Erde zusammengesetzt denken kann, beynahe elliptisch und symmetrisch um den Mittelpunct geordnet sind. „Eine solche „Anordnung, fügt er hinzu, kann nur in dem Falle, „bestehen, wo die ganze Erde ursprünglich flüssig „gewesen ist.“

Bey der Annahme, daſs die Verminderung in der Dichtheit der Schichten sich bis zum Mittelpuncte der Erde erstreckt, und in arithmetischer Progression Statt hat, findet Hr. Laplace, daſs die mittlere Dichtheit des Sphäroids 1, 55 ist, wo die Dichtheit der festen Oberfläche zu 1 angenommen worden. Die folgenden Thatsachen geben ein etwas gröſseres Verhältniſs an.

Die Physiker haben gesucht, diese mittlere Dichtheit mittelbar zu bestimmen, indem sie die Erscheinungen, in welchen die Erdkugel im Verhältniſs ihrer Masse wirkt, mit gleichen Erscheinungen von Körpern verglichen, deren Masse, das heiſst, deren körperlicher Innhalt und Dichtheit, uns genau bekannt ist; denn da, zum Beyspiel, die Anziehungskraft eines Körpers auf einen andern seiner Masse proportional ist, so haben wir nur die Wirkungen der Anziehungskraft der Erdkugel mit den eines andern Körpers auf seiner Oberfläche zu vergleichen.

Die isolirten Berge, von beträchtlichem körperlichen Innhalte, können uns diesen Vergleichungspunct verschaffen. Bouguer wurde bey seinen geodätischen Operationen in Peru gewahr, daſs der Chimborasso das Bleyloth seiner Instrumente um $7\frac{1}{2}$ Secunde ablenkte; allein da dieser Berg vulcanisch war, glaubte er, daſs er hohl seyn könnte, und er wagte nicht von dieser Thatsache eine Folgerung über die Dichtheit der Erdkugel zu ziehen.

Im Jahre 1774 nahm Maskeline diesen Gegenstand wieder vor und suchte eine möglichst genaue Bestimmung zu erlangen: er machte mit der gröfsten Sorgfalt eine Reihe von Beobachtungen am Fufse des Berges Shehallien in Schottland, an zwey entgegengesetzten Seiten; und obschon der Berg nur 630 Metres hoch war, zeigten die Beobachtungen doch eine Abweichung von 5″, 8; an; woraus *Maskeline* schlofs: dafs die Erde eine 4, 5 mal gröfsere Dichtheit als das Wasser habe. Hr. Playfair setzt diese Zahl auf 4, 7 nach einer neuen Untersuchung der mineralischen Beschaffenheit des Berges. (Bibliothèque universelle).

Cavendish suchte diese Dichtheit durch ein sehr sinnreiches Mittel zu bestimmen, ohne jedoch aus seinem Zimmer zu gehen. Er nahm eine sehr empfindliche Waage, ähnlich der von Coulomb erdachten, und indem er grofse bleyerne Kugeln an den beyden Enden des Waagebalkens anbrachte, gelang es ihm, ihre Anziehungskraft zu bestimmen, welche er sodann mit der von der Erdkugel verglich; drey und zwanzig mit aufserordentlicher Sorgfalt und Vorsicht gemachte Versuche haben ihm für die Erdkugel eine Dichtheit von 5, 48 angezeigt, das Wasser zu 1 angenommen; die gröfsten Unterschiede sind nur bis auf 0, 07 gekommen. (Transact. phil. 1798).

Diese verschiedenen Bestimmungen scheinen uns zu dem Schlusse zu berechtigen; dafs *die mittlere Dichtheit der Erdkugel ohngefähr 5 mal gröfser, als die des Wassers, mithin fast doppelt so grofs als die Dichtheit der mineralischen Erdrinde ist.* Uebrigens müssen jene ersten Resultate nicht als eine blofse Näherung betrachtet werden. Man erinnere sich, dafs man bey einem Höhen-

Winkel nicht für zwey und drey Secunden stehen kann; und ein solcher Fehler in den gegebenen Gröſsen des Maskeline würde sein Resultat gänzlich geändert haben; und Cavendish ist weit entfernt, das aus seinen Versuchen abgeleitete Resultat als eine bestimmte Thatsache zu geben; er veranlaſst vielmehr die Physiker, neue dergleichen Versuche zu machen.

Die 4te Anmerkung, welche eine Uebersicht der Bewegungen der Erde, ihrer Verhältnisse mit andern Körpern des Planeten-Systems enthält, wird die cosmologischen Begriffe ergänzen, welche von einem mittel- oder unmittelbaren Nutzen für den Geologen seyn können.

Zweytes Capitel.

Von den Flüssigkeiten, welche die feste Masse der Erdkugel umgeben.

Ehe wir zu den Betrachtungen über die feste Masse der Erdkugel, dem besondern Gegenstande dieses Werkes, übergehen, wollen wir einen Blick auf die Hülle von luftförmigen und wäſsrigen Substanzen werfen, welche diese Masse umgiebt. Diese Substanzen gehen den Geognosten vorzüglich an, wegen der Rolle, die sie in der Geschichte der Umformungen spielen, welche die Gebirgs-Lager täglich erleiden und schon erlitten haben.

Erste Abtheilung. Von der Atmosphäre.

Ihre Zusammensetzung.

§. 7. Die luftförmige Hülle der Erdkugel, oder die Atmosphäre ist hauptsächlich von atmo-

sphärischer Luft zusammengesetzt; sie enthält auch, jedoch in sehr geringer Quantität, einige andere Gasarten und dient den von der Erde aufsteigenden Dünsten zum Sammelplatz.

Die atmosphärische Luft selbst ist aus *Sauerstoffgas* und *Stickstoffgas*, in dem körperlichen Verhältnifs, beynahe wie 1 zu 4 (21 zu 79) zusammengesetzt, mit welchen sich ohngefähr drey Tausendtheilchen kohlensaures Gas vereinigen. Dieses Verhältnifs ist stets, in allen Jahreszeiten, in allen Breiten und Höhen, die man erreichen kann, so gefunden worden; Hr. Gay-Lussac, der sich bis 7000 Metres erhob, nahm aus dieser Höhe Luft mit, welche ihm durch eine sehr genaue Zerlegung dieselben Resultate als bey Luft gab, die aus der Mitte von Paris genommen worden.

Was den Wasserdunst betrift, so ist selbiger in sehr verschiedener Menge in der Atmosphäre; sie kommt manchmal bis auf zwanzig und einige Grammen in dem Cubik-Metre; und im Allgemeinen ist ihre Menge um so gröfser, je wärmer es ist. In unsern Climaten ist sie nahe an der Oberfläche der Erde kaum 6 bis 12 Grammen, welches ohngefähr der hundertste Theil vom Gewicht einer gleichen Menge atmosphärischer Luft ist. Je mehr man sich erhebt, desto mehr vermindert sich der Dunst und die Hrn. von Humboldt und Gay-Lussac haben kaum einen Gramm in der Höhe von 6000 Metres gefunden.

In Betreff der verschiedenen Eigenschaften der Dünste und Gasarten verweisen wir gänzlich auf die physicalischen und chemischen Abhandlungen, und erinnern nur: dafs

1) ein Cubik-Meter trockne Luft, bey 0° des Thermometers, und einem Barometer-Stande

von 76 Centimetres, 1500 Grammen [1]), mithin 770 mal weniger als das Wasser wiegt;

2) eine Luftsäule in unsern mittlern Breiten vom Niveau des Meeres an gerechnet, bey 0° Temperatur, so schwer ist, als eine Quecksilbersäule von 761 Millimetern Länge.

Höhe der Atmosphäre.

§. 8. Nach dieser letztern Thatsache, und da man wahrnimmt, dafs die Luft 10453 mal weniger als das Quecksilber, bey einem Barometer-Stande von 761 Millimetres, wiegt, siehet man, dafs, wenn die Atmosphäre in ihrer ganzen Ausdehnung dieselbe Dichtheit als am Meere hätte, ihre Höhe 7955 Metres seyn würde. Allein, da diese Dichtheit abnimmt, je nachdem man sich erhebt, so ist ihre wirkliche Höhe viel beträchtlicher. In mathematischer Strenge würde sie unendlich seyn, weil die Abnahme der Dichtheit in geometrischer Progression geschiehet: jedoch ist es wahrscheinlich, dafs die Luft aufserhalb eines gewissen Punctes keiner Ausdehnung mehr fähig ist und folglich die Höhe der Atmosphäre eine Gränze hat. Diese ist uns unbekannt, und wir wissen blos, durch die Erscheinungen der Dämmerung, dafs in der Höhe von 60000 Metres die Luft noch eine so beträchtliche Dichtheit hat, um das Sonnenlicht auf die Oberfläche der Erde zu reflectiren.

Bewegungen der Atmosphäre.

§. 9. Die Atmosphäre ist sehr selten in vollkommen ruhigen Zustande; fast immer bewegen sich ei-

1) Zahlreiche Versuche des Hrn. Theodor von Saussure geben 1293 Grammen.

nige ihrer Theile in einer weniger oder mehr beständigen Richtung, und bilden also Luftströme; dies sind die Winde; sie sind *unregelmäſsig* oder *regelmäſsig:* letztere sind diejenigen, welche sich an gewissen Orten und zu gewissen Zeiten in einer bestimmten Richtung zeigen; wie die *Passatwinde*, *Mussons*, die *Winde zu Land und Wasser;* sie sind allen unsern Lesern bekannt, und es würde überflüssig seyn, davon eine Erklärung zu geben. Was einzelne sie anlangende Umstände und die Ursachen, welche sie hervorbringen, betrift, so gehören selbige gänzlich in die Geographie und Physik. Wir haben ebenfalls hier nichts über die unregelmäſsigen Winde zu sagen, und beschränken uns zu bemerken: daſs ihre Geschwindigkeit schon sehr beträchtlich ist, wenn sie in einer Secunde 10 Metres beträgt; aber bey Orcanen ist sie wohl 20 und sogar 30 gewesen.

Ich bemerke hier, daſs sich in manchen Thälern zu gewissen Jahreszeiten und Stunden Luftströme bilden, welche in Ansehung der Zeitdauer, ihrer Richtung, und wahrscheinlich auch ihrer Ursachen, viel Aehnlichkeit mit den Winden zu Land und Meer haben: so erhebt sich in dem Thale von Aoste in Sommertagen, wenn die Sonnenhitze groſs ist, des Morgens gegen 9 bis 10 Uhr ein Strom, welcher in dem Thale hinauf geht, und bis gegen Abend dauert. Ich habe diese Thatsache in meiner Beschreibung dieses Thales kennen gelehrt [1]).

Meteoriten. (Meteorsteine).

§. 10. Die Atmosphäre stellt noch eine sehr merkwürdige Erscheinung dar, welche wir hier

1) Journal des mines tom. 29.

nicht mit Stillschweigen übergehen dürfen; besonders hat sie in der letzten Zeit ganz besonders die Aufmerksamkeit der Physiker auf sich geheftet, und muſs auch die der Geologen einnehmen; ich rede von der Erscheinung der unter dem Namen Meteoriten bekannten Steine, welche man bisweilen in der Luft erscheinen und auf die Erde fallen sieht. Ich beschränke mich hier, die Thatsache zu erwähnen und verweise wegen der sie betreffenden nähern Umstände auf die Fünfte Anmerkung.

Von den von der Temperatur der Luft abhängigen Erscheinungen, wie die der untersten Schnee-Gränze eine ist, werden wir in der *Bemerkung über die Temperatur der Erde*, am Ende dieses Werkes sprechen.

Zweyte Abtheilung. Von dem Wasser auf der Erde.

Von allen Flüssigkeiten, welche unsern Planeten umgeben, hat keine eine fühlbarere Wirkung auf seine Oberfläche, als das Wasser. Wir wollen die verschiedenen Umstände untersuchen, in denen sich selbiges darauf befindet, und seinen Umlauf bewirkt: wir werden selbiges 1° in dem Meere, 2° in der Atmosphäre 3°, auf der Erde flieſsend betrachten.

a. Von dem Wasser im Meere.

Ausdehnung und stete Dauer des Meeres.

§. 11. Das Meer hat eine Fläche, welche beynahe $\frac{3}{4}$ von der Erdfläche enthält. Seine Tiefe von einem Ort zum andern ist beträchtlich verschieden;

in einigen Orten hat man mit Sonden von 1500 Metern noch nicht den Grund erreichen können; allein dergleichen Beyspiele sind selten; und wenn man den sich über das Niveau des Meeres erhebenden Theil mit dem Meeresgrunde vergleicht, so erlaubt die Analogie kaum zu glauben, dafs es Tiefen von mehr als 4 bis 5000 Metres gebe. Hr. Laplace hat übrigens bewiesen: dafs die mittlere Tiefe des Meeres nur ein geringer Bruchtheil des Unterschiedes der beyden Erdaxen ist, und dieser Unterschied ist noch nicht 21000 Metres [1]).

Das Meeres-Niveau erhält sich seit Jahrhunderten in einerley Höhe, wenigstens hat es sich nicht merklich verändert. Jedoch benimmt ihm die Ausdünstung jährlich eine Wasser-Schicht von ohngefähr einen Meter dick, welches wir bald sehen werden: es mufs also durch Regen und Flüsse eine gleiche Menge Wasser erhalten, und am Ende beynahe wieder so viel hinzukommen, als abgegangen war.

Bewegungen des Meeres.

§. 12. Die Meereswasser zeigen verschiedene Bewegungen, wovon einige allgemein, andere nur in gewissen Gegenden vorkommen; dies sind *Strömungen*.

Von den zum Theil zufälligen und schnell vorübergehenden, durch unregelmäfsige Winde und Orcane veranlafsten, Bewegungen kann hier nicht die Rede seyn.

Die allgemeinen Bewegungen sind:

1) Memoires de l' Institut 1818.

1. Ebbe und Fluth, welche durch die Anziehungskraft des Mondes und der Sonne hervorgebracht wird, die wechselsweise zweymal des Tages die Gewässer des Oceans hebt und senkt. Der Unterschied des Niveaus zwischen der gröfsten Erhöhung und Senkung in zwey auf einander folgenden Schwingungen oder Bewegungen, ist *die gänzliche Ebbe und Fluth.* Die Gröfse derselben ist nach den Orten und Umständen verschieden; sie beträgt bisweilen mehr als zwölf Metres zu Sanct - Malo, und kaum einen Fuſs in der Mitte des stillen Meeres. Da die Anziehungskraft der Sonne und des Mondes, als die Ursachen der Erscheinung, im Neu - oder Vollmonde eintritt, so muſs zu dieser Zeit die Ebbe und Fluth am stärksten, folglich in den Mondsvierteln am schwächsten seyn: sie ist zu Brest im ersten Falle 5, 9 Metres und im zweyten Falle 2, 8 Metres.

Strömungen.

2) Die allgemeine Bewegung von Osten nach Westen, welche in der heiſsen Zone herrscht, ist die groſse *Aequatorial - Strömung*. Man hat sie besonders vom indischen Meere an bis zum mexicanischen Meerbusen bemerkt; ihre Breite ist beträchtlich verschieden; sie gehet, wie man sagt, in der Gegend von Sanct-Helena bis auf 400 Meilen. Ihre Geschwindigkeit leidet ähnliche Veränderungen; sie beträgt nach der Angabe des Major Rennel kaum 2000 Metres in der Stunde am Vorgebürge der guten Hoffnung, während sie unter der Linie im atlantischen Meere 6000 Metres ist.

D'Alembert schrieb diese Bewegung der Sonne und dem Monde zu, welche, indem sie nach We-

sten rückten, die Wasser des Meeres gewissermaassen anzögen, erhüben, und mit sich fortzögen; allein Hr. von Laplace hat gezeigt: dafs die Anziehungs-Kraft jener Körper weder in den Meeren, noch in der Atmosphäre eine beständige Strömung erzeugen kann; und dieser berühmte Geometer schreibt die Ursache der Wirkung der Passatwinde zu, welche von Osten nach Westen wehen und in der heifsen Zone beständig herrschen.

Die Meere haben übrigens noch eine grofse Anzahl besondere Strömungen; allein da ihre Benennungen und die sie betreffenden einzelnen Umstände lediglich zur Geographie gehören, so verweisen wir auf die Werke über diese Wissenschaft, und auf eine Abhandlung von Romme über die *Winde*, die *Strömungen*, *Ebbe und Fluth*. Wir beschränken uns hier den beträchtlichsten des atlantischen Meeres, den (Gulf Stream englisch) Golf-Strömung als Beyspiel anzuführen; dieses reicht hin, einen Begriff von jenen Meeres-Flüssen zu geben, und, setzt in den Stand, über die Wirkungen zu urtheilen, die sie auf dem festen Theile der Erde hervorbringen können. Die Gewässer des Oceans, welche durch die Haupt-Strömung in den mexicanischen Meerbusen gekommen sind, fliefsen durch die Meerenge von Bahama wieder aus und gehen in der Richtung dieser Meerenge gegen N.N.O fast parallel mit den Küsten der vereinigten Staaten von America fort, bis sie mit der grossen Bank von Terreneuve zusammentreffen; hier ist die Strömung genöthigt, ihre Richtung zu ändern, sie wendet sich nach Osten, und geht bis zu den azorischen Inseln; wo sie sich in den Ocean zu verlieren scheint; verfolgt man sie aber mit Sorgfalt, so siehet man sie nach Südost und dann nach

Süden sich wenden, zu der Insel Madera übergehen und bey den Inseln des Capverd, in die grofse Aequatorial-Strömung werfen, wo ihre Gewässer, indem sie den Weg des mexicanischen Meerbusens wieder betreten, einen neuen Umlauf beginnen. Hr. von Humbold schätzt die Länge dieses Zuges auf 3800 Meilen *), und rechnet, dafs das Wasser dazu 2 Jahr und 10 Monate brauche.

Die Gewässer der Strömung lassen sich durch ihre Schnelligkeit und Temperatur in der Masse des Oceans unterscheiden: beym Ausflufs aus dem Canal von Bahama beträgt die Geschwindigkeit 9000 Metres in 1 Stunde und folglich viermal mehr als die mittlere Geschwindigkeit der Seine zu Paris [1]); siebenhundert Meilen vom Canal entfernt, beträgt sie nur die Hälfte, und Hr. von Humboldt schätzt die mittlere Geschwindigkeit auf 5000 Metres von der Meerenge bis zu Terreneuve.

Je mehr die Geschwindigkeit abnimmt, desto gröfser wird die Breite, oder genauer: die Geschwindigkeit vermindert sich, jemehr die Breite zunimmt; letztere ist 15 Meilen beym Canal von Bahama, 45 bey der Höhe von Charlestown, 80 bey Terreneuve, und 180 bey den azorischen Inseln. Die Temperatur erhält sich noch lange in dem

*) Wenn hier von Meilen die Rede ist, so sind französische Meilen (lieues) darunter zu verstehen.
Anmerk. d. Uebers.

1) Mariotte setzt diese mittlere Geschwindigkeit zwischen dem Pont-Royal und Pont-neuf auf 100 Fufs in 1 Minute. (Man sehe seine Schriften S. 339). Hr. Prony setzt sie nach sorgfältigen Versuchen des Hrn. von Chezy unter der Brücke von Neuilly auf 0,653 Metres in 1 Secunde oder 120 Fufs in 1 Minute.

Grade, den sie in dem mexicanischen Meerbusen hatte; bey Terreneuve hat sie Hr. von Humboldt $22\frac{1}{2}$ Grad des hunderttheiligen Thermometers gefunden, während sie im benachbarten Meere nur $17\frac{1}{2}^{\circ}$ war [1]).

Diese Strömung wird, wie die meisten andern, an einigen Orten mit Gegen-Strömungen begränzt. Uebrigens sagt man, dafs sie noch Unterströmungen habe, welche ebenfalls in entgegengesetzter Richtung gehen. Der berühmte Halley, welcher zuerst das Daseyn der Unterströmungen anzeigte, hat viel dergleichen Beyspiele angeführt, welche zu berichten, wir hier für überflüssig halten.

Vielleicht sind alle besondere Strömungen nur Theile der grofsen Aequatorial-Strömung, welche theils beym Zusammentreffen mit einigen Küsten, theils beym Durchgange durch einige Meerengen von ihrer Richtung abgelenkt wurden. Vielleicht hat auch die schiefe Lage eines Meeres oder vielmehr seine *Ueberfüllung* gegen ein anderes, Ursache zu einigen besondern Strömungen gegeben?

Da die Flüsse und die Regen einem Meere mehr Wasser zuführen, als die Ausdünstung hinwegnimmt, so mufs eine Strömung und gleichsam eine Fortschaffung der Gewässer dieses Meeres in das benachbarte, nicht in diesem Zustande befindliche, Meer entstehen.

Daher rührt die Strömung durch den Bosporus oder die Euxinische Meerenge, welche vom schwarzen nach dem mittelländischen Meere geht, und die Hr. Andreossy gewissermaafsen als eine

1) Relation historique du vogage d. Mr. d. Humboldt, tom. I.

Fortsetzung des Laufes der Flüsse ansieht, welche jenes erste Meer durchschneiden, um ins zweyte zu gelangen. Das baltische Meer erhält durch die Flüsse ebenfalls mehr Wasser, als es durch die Ausdünstung verliert, auch giebt es in dem Sunde eine ziemlich starke, nach dem atlantischen Meere gerichtete, Strömung. Dieser Ocean, welcher selbst fast die ganze Wassermenge von Europa und America und dem gröfsten Theile von Africa erhält, wird, sagt man, in Masse in das grofse Südmeer geführt; zum Theil ergiefst er sich auch in das mittelländische Meer, durch die Meerenge bey Gibraltar; wo eine beständige Strömung gegen dieses innern Meer Statt findet.

Die Winde haben eine sehr merkbare Wirkung auf die Strömungen des Meeres; wir haben oben gesehen, dafs Hr. Laplace denen Passatwinden sogar die grofse Aequatorial - Strömung und folglich auch die meisten andern zuschreibt. So oft der Wind in einer, der Strömung von Bahama (den Gulf - Stream) entgegengesetzten Richtung wehet, vermindert sich die Breite der Strömung und ihre Geschwindigkeit vermehrt sich.

Hr. Andreossy hat die Breite und Geschwindigkeit der Strömung durch die Euxinische Meerenge nach der Stärke und Richtung des Windes verschiedentlich verändern sehen.

Gehalt des Meerwassers. Salzigkeit.

§. 13. Die hauptsächlichsten Substanzen, welche man aus dem Meerwasser hat ziehen können, sind Koch- oder gemeines Salz, schwefelsaure Bittererde, dergleichen Salz und Kalk, einige erdige

kohlensaure Stoffe und bituminöse (erdpechartige) Theile.

Folgende drey Analysen werden einen Begriff von der Beschaffenheit und Menge der salzigen Stoffe geben; die erste ist von Bergmann mit Wasser von der Höhe der canarischen Inseln in offener See aus 60 Klaftern Tiefe [1]); die zweyte von Murray mit Wasser aus dem Meerbusen bey Leith in England; und die dritte durch Hr. Bouillon-Lagrange mit Wasser aus dem Meere an den Küsten Frankreichs unternommen worden [2]).

Substanzen.	Meeres-Wasser.		
	in Africa	in England	in Frankreich.
Kochsalz . . .	3, 21	2, 48	2, 51
salzsaure Bittererde, .	-	0, 34	0, 35
schwefelsaures Salz, .	-	0, 10	-
schwefelsaure Bittererde,	0, 87	0, 08	0, 58
schwefelsaurer Kalk, .	0, 10	0, 09	0, 02
kohlensaurer Kalk, .	-	0, 01	} 0, 02
kohlensaure Bittererde,	-	0, 02.	
Kohlensäure. . .	-	-	0. 02
Gesammt-Gehalt	4, 18	3, 12	3, 50

Man hatte bis in die letztern Zeiten geglaubt, daſs die Salzigkeit des Meeres in den heiſsen Gegenden beträchtlicher sey und folglich zunähme, je nachdem man sich dem Aequator nähere; allein verschiedene, vom Hrn. v. Humboldt und andern Gelehrten gemachte, Beobachtungen haben bewie-

1) Physicalische Beschreibung der Erdkugel.

2) Annales de chimie et de physique, tom. 6.

sen: dafs sie fast ganz dieselbe in allen Gegenden des Meeres ist, wo lediglich Local-Umstände nicht Veranlassung zu einiger Unregelmäfsigkeit gegeben haben. Hr. Gay-Lussac, welcher Wasser aus dem atlantischen Meere beynahe in allen Breiten, vom Wendezirkel des Steinbocks bis in unsere Breiten untersuchte, hat die Menge salziger Substanzen nur zwischen 3, 4 und 3, 8 pro Cent. wechseln sehen.

Im 80° nördlicher Breite, bey und unter dem Eise, hat Irwing ebenfalls 3, 3 und 3, 5 gefunden.

Marsigli, Bergmann, Wilke u. a. glaubten nach einigen Angaben auch, dafs der Salzgehalt sich vermehre, je tiefer man hinabsteige; allein anderweite Beobachtungen haben diese Meinung nicht bestätigt, und Irwing hat das Meer-Wasser in 1250 Metres Tiefe nicht salziger, als an der Oberfläche gefunden [1]).

Das süfse Wasser, welches durch irgend eine Ursache in eine Meeres-Gegend geführt wird, vermindert daselbst den Salzgehalt; daher kommt es, dafs letzterer weniger beträchtlich an der Mündung grofser Ströme ist. So sagt man, dafs das Meerwasser einige Meilen von der Mündung des la Plata-Stromes trinkbar sey; vielleicht ist dies die Ursache, weshalb Murray für die Menge Salz in den Gewässern des Meerbusens von Leith, nur 3, 1 herausbrachte? Häufige Regen vermindern auch die Salzigkeit; bey Versuchen an den Küsten von Cumberland haben sich nach einer Regenzeit nur 2 pro Cent Kochsalz ergeben, während man gewöhnlich 2, 8 hat. (Bergmann).

1) Voyage du capitain Phipps au pôle boréal, en 1773.

Das Schmelzen des Eises bringt auch bisweilen ähnliche Wirkungen hervor. Man weiſs, daſs das Meerwasser beym Gefrieren das enthaltende Salz gewissermaaſsen auswirft, und folglich muſs die Auflösung einer groſsen Menge Eis in Wasser die Salzigkeit da schwächen, wo sie vor sich gehet, so wie letztere bey der Bildung des Eises vermehrt werden muſs. In den Salinen zu Walloe in Norwegen hat man zu Ende der Frostzeit gegen 4, 2 Kochsalz erlangt, während man zu einer andern Zeit nur die Hälfte dieser Menge erhielt.

Uebrigens müssen die beständigen Bewegungen des Meerwassers, die Strömungen und Stürme, welche die Gewässer verschiedener Breiten und selbst verschiedener Tiefen untereinander mischen, bald die Gleichförmigkeit des Salzgehaltes wieder herstellen, wenn selbige durch eine zufällige Ursache gestört worden seyn sollte.

Die bituminösen Theile, welche sich in den Meeren befinden können, sind von unmerklicher Menge: wahrscheinlich rühren sie von der Auflösung organischer Wesen her, welche in den Meeren leben oder durch die Flüsse mit hineingebracht werden. Die Bitterkeit der Meerwasser, die man ihnen schon lange zugeschrieben hat, rührt hauptsächlich vom Salz der Bittererde her.

Man wird fragen: woher kommt die beträchtliche Menge Salz, welche die Meerwasser überall haben, und welches selbige von den auf unsern Continenten flieſsenden Gewässern zu unterscheiden scheint? Halley und einige andere Physiker bemerkten: daſs die Flüsse eine beträchtliche Menge, zum Theil mehr oder weniger aufgelöſste Salztheilchen enthaltenden, Wassers dem Meere zuführen; daſs dieses Wasser bey der Verdunstung ganz

rein hinweggehet und alles mitgebrachte zurückläfst, woher sie glaubten: dafs so klein auch die Menge des den Meerwassern jedes Jahr zugeführten Salzes seyn könnte, sie doch seit der langen Reihe von Jahrhunderten, während welchen die Flüsse ihre Gewässer jenem grofsen Behälter zuführen, beträchtlich, und die einzige Ursache der jetzigen Salzigkeit des Meeres werden mufste. Die in den letztern Zeiten von Olivier in Persien und von Pallas und Patrin in Siberien gemachten Beobachtungen scheinen jener Meinung einen neuen Grad von Wahrscheinlichkeit zu geben: alle grofse Seen dieser Länder, welche Zu- und Abflüsse haben, also durch die Ausdünstung blofs die Wasser verlieren, welche ihnen die Fluthen zuführen, sind salzig. Wenn man jedoch erwägt: dafs der Boden des Meeres von derselben Beschaffenheit als der des festen Landes und von diesem gleichsam die Fortsetzung ist; dafs letzterer viele grofse Massen Steinsalz und Salzgebirge enthält, wo die auf diesen Massen und Gebirgen fliefsenden Gewässer ihre Salzigkeit annehmen; so kann man schwerlich für unglaublich halten, dafs es nicht auch dergleichen im Meere geben, und selbige im aufgelöfsten Zustande nicht zur Salzigkeit des Meerwassers beygetragen haben sollten, oder, um sich geologischer auszudrücken: es ist schwer zu glauben, dafs diejenige Ursache, welche das Salz auf dem festen Lande hervorgebracht hat, nicht auch das in den Meeren enthaltene erzeugt haben sollte.

b. Von dem Wasser in der Atmosphäre.

Uebergang des Wassers in die Atmosphäre. Ausdünstung.

§. 14. Die Oberfläche der Meer- und der auf der Erdoberfläche befindlichen Gewässer giebt der auflösenden Wirkung der Wärme nach und löfst sich beständig in Dünste auf, die in die Atmosphäre steigen und von derselben ein Bestandtheil werden.

Wenn die dazwischen befindliche Luft die Bewegungen dieses Dunstes und sonst nicht verhinderte: sich bis zu einem gewissen Puncte nach den Gesetzen der Hydrostatik elastischer Flüssigkeiten, wie im ganz freyen Zustande zu ordnen; so würde die Gesammt-Menge des, über einer Gegend in der Atmosphäre enthaltenen Dunstes, durch die **elastische Kraft** des in der untersten Schicht der Atmosphäre enthaltenen Dunstes und folglich durch das in dieser Schicht aufgestellte Thermometer und Hygrometer, welche diese, nur von dem Drucke oder dem Gewicht des Dunstes in den obern Schichteu herrührende Kraft [1]) anzeigen, gegeben seyn.

1) Die elastische Kraft des Dunstes oder das Gewicht, welches der in einem Raume enthaltene Dunst, vermöge seiner Elasticität tragen kann, wird in der Barometer-Höhe, wenn der Raum ganz gesättigt und die Temperatur t ist, durch folgende Formel ausgedrückt:

$$0{,}00512 \text{ Metr.} \times 10^{0{,}02797\,t\; -\; 0{,}00006\,t^2}$$

Je nachdem die Dunst-Menge in demselben Raume abnimmt, und diese Veränderung wird durch das Hygrometer angezeigt, nimmt auch die elastische Kraft in demselben Verhältnisse ab. Hr. Gay-Lussac hat über diese Abnahme eine Tabelle geliefert.

Zum Beyspiel zu Paris, wo das Thermometer im Mittel 11° und das Hygrometer 82° ist, wird die elastische Kraft des Dunstes 2, 9 Linien Quecksilber oder 3, 2 Zoll Wasser seyn: folglich, wenn aller, in der Atmosphäre über Paris beym mittlern Stande der Temperatur und Feuchtigkeit enthaltene Dunst sich niederschlüge, so würde er eine Wasserschicht von 3, 2 Zoll Dicke erzeugen. An einem heifsen und feuchten Sommertage würde diese Menge doppelt seyn. Unter dem Aequator würde sie gewöhnlich sieben bis acht Zoll seyn.

Die Menge Wasser, welche sich in Dünste zersetzt oder an einem Orte verdunstet, ist jedes Jahr beynahe einerley, und an verschiedenen Orten nach der geographischen Breite und den Local-Umständen verschieden. Mit Sorgfalt gemachte Beobachtungen lehren uns, dafs zu Paris die Ausdünstung jährlich von einer Wasser-Masse eine Schicht von ohngefähr 32½ Zoll Dicke hinwegnimmt [1]).

Das Product der Ausdünstung in einer gegebenen Zeit hängt von vier Elementen ab:

1) Von der Temperatur. Die elastische Kraft des Dunstes ist um so gröfser, je beträchtlicher die Wärme ist, und wir haben vorhin das Verhältnifs dieser beyden Gröfsen angezeigt. Das zwischen der in einer gegebenen Zeit sich verdunstenden Menge und der Temperatur bestehende Verhältnifs ist genau dasselbe, und diese Menge oder die Dunst-Kraft ist, bey übrigens gleichen Umständen, der elastischen Kraft proportional.

2) Von dem Druck der Atmosphäre. Je geringer dieser Druck ist, desto gröfser wird die Ausdünstung seyn. Man weifs, mit welcher Leichtigkeit sich die Flüssigkeiten unter dem Recipienten der Luftpumpe verdunsten. In hohen Orten kochen solche Flüssigkei-

1) Academie des sciences. tom. X. Das Wasser verdunstete in einem offenen und auf das Plateforme der Sternwarte gestellten Gefäfse.

ten bey einer geringern Hitze [1]) und zerstreuen sich schneller. Saussure hat durch verschiedene zu Genf und auf dem Col du Géant in einer Höhe von 3436 Metres angestellte Versuche gefunden: dafs, wenn der Druck der Atmosphäre, oder die ihn darstellenden Barometerhöhen in dem Verhältnifs, wie 738 zu 507 sind, und alles übrige auf gleiche Umstände zurückgeführt worden, die verdunsteten Wassermengen sich, wie 84 zu 37 verhalten. Uebrigens geben diese Versuche unter sich noch grofse Abweichungen und ihr Resultat könnte nicht allgemein angenommen werden.

3) Von der Trockenheit der umgebenden Luft. Je trockner die Luft ist, desto schneller wird die Verdunstung von Statten gehen: sie wird dem Unterschiede zwischen der Wassermenge, welche diese Luft enthalten kann und der, die sie wirklich schon enthält, proportional seyn. Sie wird also Null seyn, wenn die Luft ganz gesättigt ist; sie wird halb so schnell, als in einer trocknen Mitte, erfolgen, wenn die Luft schon die Hälfte des Dunstes enthält, dessen sie zulässig ist. Die, schon in der auf der Oberfläche der grofsen Wasser-Massen ruhenden Luft, enthaltene Feuchtigkeit bewirkt auf offenem Meere eine geringere Ausdünstung, als auf dem festen Lande und sogar in der Nähe der Küsten; und aus dieser Ursache ist die Verdunstung unter dem Aequator in der Mitte des Oceans nicht so beträchtlich, als man in Rücksicht der geographischen Breite glauben sollte. Einige Beobachtungen des Hrn. v. Humboldt haben im 10ten Grade der Breite keine viel gröfsere Verdunstung als im 40sten gegeben, obschon im erstern Orte die Wärme 26° und im letztern nur 15° war.

4) Von der Bewegung der Atmosphäre. Da ein Luftzug den Dunst, so wie er sich bildet, mit

1) Nach den Versuchen von Deluc und Saussure, ist der Grad der Siedehitze des Wassers, bey einem durch H dargestellten und im Bruchtheil eines Mètre ausgedrückten Barometer-Stande, nach dem hunderttheiligen Thermometer, durch folgenden Ausdruck, gegeben:

$$61,2 \text{ logarithme } H + 107,2.$$

fortziehet, so setzt er beständig eine trocknere Luft mit der dunstenden Oberfläche in Berührung; vielleicht übt er auch noch eine mechanische Wirkung auf die Flüssigkeit aus. Dalton hat bemerkt, dafs, bey übrigens gleichen Umständen, die Verdunstung bey starkem Winde, mehr als doppelt so grofs, wie bey ganz ruhiger Luft ist [1]).

Rückkehr des Wassers auf die Erde.

§. 15. Das also in Dünste aufgelöfste und in die Atmosphäre verbreitete Wasser erhält sich in selbiger so lange, bis es durch Einwirkung neuer Ursachen seinen ersten Zustand wieder annimmt und sich, bald unter sichtbarer, bald unter unsichtbarer Gestalt, wie Thau niederschlägt.

Bey sichtbaren Niederschlägen verläfst der Dunst den luftförmigen Zustand und fängt an kleine Kügelchen zu bilden, welche die meisten Physiker mit Saussure als Dunstbläschen ansehen, die inwendig hohl sind.

In diesem Zustande erhalten sie sich in der Atmosphäre, indem sie den Ort einnehmen, der ihnen ihrem Gewichte nach angewiesen ist, und bilden Wolken. Diese Kügelchen vereinigen sich sodann zu Wassertröpfchen, welche, da sie schwerer, als die Luft sind, ihrer Gröfse nach, in Gestalt

1) Die Dicke des Wasser-Streifens, welcher sich in einer geringen Höhe über dem Meere bey ruhigem Wetter in einer Stunde und bey bestimmtem Thermometer- und Hygrometer-Stande verdunstet, ist durch die Formel

0,034 Mètr. f (1 — n), gegeben, wo f die dem Thermometer-Grade entsprechende elastische Kraft, und n die dem Hygrometer-Grade entsprechende Zahl in der von Hrn. Gay-Lussac entworfenen und S. angeführten Tabelle ist.

von Nebel oder Regen herabfallen. Wenn die Region, in welcher die Auflösung der Wolken in Regen geschiehet, unter der Temperatur des Gefrierpunctes ist, so cristallisiren sich die Kügelchen bey ihrer Vereinigung zu spitzigen Nadeln, welche durch ihre Zusammenhäufung Schneeflocken bilden. Wenn die Tropfen bey ihrem Herabfallen einen grofsen Kälte-Grad durch die Ausdünstung oder durch eine andere Ursache erleiden, so gehen sie in Eis über und erzeugen Hagel.

Die Ursache, wodurch der in der Atmosphäre verbreitete Dunst die Bläschen-Gestalt annimmt, ist uns durchaus unbekannt. Weil der Dunst nichts anderes, als durch die Wärme in Flüssigkeit erhaltenes Wasser ist, so war es natürlich zu glauben, dafs eine Verminderung der Wärme die Ursache jener Erscheinung seyn konnte; allein es ist nicht so. Ich habe mich oft in Schichten der Atmosphäre zu der Zeit, als sich Wolken bildeten, befunden, und das Thermometer erlitt keine Veränderung; ferner, siehet man oft nach einer sehr hellen Nacht, sobald die Sonne die Erde wieder erwärmt hat, den Himmel sich bewölken, sodann bey Sonnenuntergange seine vorige Heiterkeit wieder annehmen und so einige Tage nach einander fortfahren. Uebrigens bewirkt die Erkältung in einer Luftschicht: den in der Atmosphäre enthaltenen Dunst als Thau niederzuschlagen, allein sie bringt keine Wolken hervor. Der Zustand des Wassers in den Wolken selbst ist schwer zu erklären, und man begreift mit Mühe, wie Dunstbläschen, deren Hülle Wasser ist, und die mit der Luft, in welcher sie sich bilden, angefüllt sind, von demselben specifischen Gewichte als diese Luft seyn können. Man kann nicht sagen, dafs die im Innern der Dunstbläschen befindliche Luft, welche mit Dunst gesättigt ist, leichter sey: denn die die Wolke umgebende Luft ist fast immer in demselben Zustande der Sättigung. Betrachtungen über die Anziehungs-Kraft der Kügelchen haben Hrn. Laplace zu dem Schlusse geführt; dafs ein Wasserstreifen von geringerer Dicke,

als der Halbmesser des wahrnehmbaren Wirkungskreises seiner Theilchen oder Kügelchen, eine viel geringere Zusammendrückung erleidet, als ein ähnlicher in der Mitte einer großen Masse dieser Flüssigkeit gelegener Streifen; und es sonach natürlich ist, zu denken: daß seine Dichtheit viel geringer, als die Dichtheit der Masse ist. Nach dieser Betrachtung fügt er hinzu: „Ist „nun nicht mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß „durch die wässerige Hülle der Dunstbläschen diese „leichter werden und in einem mittlern Zustande „zwischen dem flüssigen und dunstigen seyn könn„ten?" Die Ursache, welche die Dunstbläschen in Wasser auflöst, ist uns eben so unbekannt, als die, welche ihre Bildung bewirkte.

Die Höhe, bis zu welcher sich die Wolken erheben, kann uns einen Begriff von der Höhe geben, welche die Dünste erreichen. Riccioli, welcher deshalb eine große Anzahl trigonometrischer Messungen anstellte, hat Wolken nicht über 5000 Schritt (8000 Metres) hoch gesehen.

Bouguer nimmt diejenigen für die höchsten an, die er 7 bis 800 Mètres über dem Chimborasso vorüberziehen sahe, und welche folglich 7000 Mètres hoch waren. Als Hr. Gay-Lussac sich in einer gleichen Höhe befand, sahe er über sich einige von kleinem Umfange, die ihm noch in beträchtlicher Entfernung zu seyn schienen. Dieser Beyspiele von einer großen Höhe ohngeachtet, zeigt nichts an, daß die Dünste zehn- oder zwölftausend Mètres Höhe überschreiten. Gewöhnlich sind die Wolken viel niedriger. Während drey Sommern, wo ich den Montblanc und den Mont-Rose fast immer vor Augen hatte, habe ich fast nie Wolken über ihnen gesehen, und diese Berge haben noch nicht 5000 Mètres Höhe. Am öftersten halten sich die Wolken längs der Alpen, welche die Ebenen von Piemont begränzen, in einer Höhe 1800 Mètres.

Menge des gefallenen Wassers.

Die Regen-Menge, welche in verschiedenen Orten der Erde fällt, ist nach den Local-Umstän-

den beträchtlich verschieden; sie scheint vorzüglich von der Temperatur, von der Entfernung des Meeres, und von der Lage gegen die Bergketten abzuhängen. Hr. v. Humboldt hat die Wirkung der Temperatur oder des Climats auf die Wasser-Menge von gefallenen Regen durch folgende Tabelle auszudrücken gesucht:

Breite.	entsprechende Temperatur.	Regen in einem Jahre.
0°	27°	90 Zoll.
19	26	75 —
45	13	27 —
60	4	16 —

Wir bemerken, daſs in den warmen Climaten die Regen zwar viel stärker, jedoch nicht so häufig, als in den kalten Ländern sind. Die benachbarten Gegenden des Meeres, besonders an der Seite, wo der Wind am gewöhnlichsten wehet, haben viel mehr Regen, als die, welche mehr vorwärts ins Land liegen. Die Berge scheinen eine groſse Wirkung auf die Wolken zu haben, sie begünstigen ihre Bildung und Auflösung in Regen; auch fällt in bergigten Ländern unter übrigens gleichen Umständen eine gröſsere Menge Regen.

Die Lage eines Landes gegen die Gebirgs-Ketten hat auch einen groſsen Einfluſs auf die Regen-Menge; sie ist viel geringer in den, hinter diesen Ketten liegenden, Gegenden gegen den Punct am Horizont, von wo gewöhnlich die Regen-Winde kommen.

Diese verschiedenen Umstände, und vielleicht noch einige andere, bringen einen sehr groſsen Un-

terschied in der Wasser-Menge hervor, welche jährlich fällt, wie man solches in den von den Physikern über diese Menge entworfenen Tafeln sehen kann, und von welchen wir folgende ausziehen:

Am Cap, Insel Sct. Domingo, . . .	113 Zoll.
zu Calcutta in Indien, . . .	111 —
zu Rom, ...	37 —
zu Toulouse, ...	25 —
zu Paris, ...	21 —
zu London, ...	17 —
zu Petersburg, ...	15 —

Hr. Cotta, welcher 147 Beobachtungen dieser Art gesammelt hat, leitete daraus für die mittlere Menge 35 Zoll ab, so, dafs die Dicke der Wasser-Menge, welche auf die Oberfläche der Erde fällt, gegen 3 Fufs 1 Mètre seyn wird.

Uebrigens mufs ich bemerken, dafs diese Menge von Jahr zu Jahr in einem und demselben Orte beträchtlich verschieden ist. Das Mittel der Regen-Jahre zu Toulouse ist 32 Zoll, und der trockenen 15; zu Paris hat man im Jahre 1711, 26 Zoll, und im Jahre 1723 nur $7\frac{1}{2}$ Zoll gehabt.

Man weifs auch, dafs auf die tiefen Orte nach Verhältnifs ihrer Flächen mehr Wasser, als auf die hohen, fällt; so sind im Jahre 1818, 0,518 Mètre Regenwasser in einem im Hofe der Pariser Sternwarten aufgestellten Recipienten gefallen, während nur 0,432 Mètre Regenwasser auf einen gleichen auf der Terrasse der Sternwarte in 27 Metres Höhe aufgestellt gewesenen Recipienten gefallen waren. Wenn auch die gröfsere senkrechte Richtung der Regen-Streifen an den vor den Winden geschützten Orten nicht die einzige Ursache dieses

Unterschiedes ist, so mufs sie doch daran grofsen Antheil haben; es ist sogar schwer, eine andere Ursache zu begreifen.

Die Erkältung, welche die untern Schichten der Atmosphäre, vorzüglich beym Aufgange der Sonne, erleiden, raubt einem Theile des in diesen Schichten enthaltenen Dunstes die Wärme, welche ihn im gasartigen Zustande erhielt; er löfst sich in Wasser auf, schlägt sich nieder und ordnet sich in Tröpfchen auf den Pflanzen und andern die Oberfläche der Erde bedeckenden Körpern; dies ist der *Thau.* Die Menge des fallenden Thaues ist beträchtlicher, als man gewöhnlich glaubt: Halles schätzt ihn jährlich für London auf 3 Zoll, und Dalton für Manchester gegen 5 Zoll. (Thomsons Chemie).

Dritte Abtheilung. Von dem Wasser auf der Erd-Oberfläche.

Von den fliefsenden Gewässern.

§. 16. Wenn das Wasser, welches aus der Atmosphäre auf die Oberfläche des festen Landes fällt, von geringer Menge ist, so befeuchtet es blos den Boden, der es auffängt; die Ausdünstung bringt es aber bald wieder in die Atmosphäre. Allein, wenn der Regen stark ist, so sickert das Wasser durch den beweglichen und lockern Boden hindurch, und kommt also ins Innere der Erde, bis es eine undurchdringliche Schicht, oder ein dergleichen Gestein trifft, wo es über selbiges hinweg gleitet, und dessen Krümmungen folgt, welche, den Rinnen ähnlich, es wieder auf die Oberfläche der Erde leiten:

so ist die Entstehung der Quellen [1]). Sobald die durch die gewöhnlichen Quellen hervorgebrachten Wasserzüge auf der Oberfläche der Erde fliefsen, so vereinigen sie sich in Bäche, Flüsse, und endlich in Ströme.

Die auf den verschiedenen Wasser-Lauf und besonders auf die Ströme Bezug habenden nähern Umstände gehören gänzlich zur Geographie, und wir verweisen in Rücksicht dessen, was sich über ihre Gröfse, Richtung, ihr periodisches Anwachsen und verschiedene an einigen unter ihnen bemerkbaren Umstände sagen läfst, auf die von jener Wissenschaft handelnden Werke.

Gehalt der Quellen und fliefsenden Gewässer.

§. 17. Indem die Gewässer im Innern der Erde durch die Gebirgsmassen hindurch fliefsen, nehmen sie verschiedene Substanzen auf, die sie mit sich fortführen, bis sie auf die Oberfläche des Bodens hervortreten.

Im Allgemeinen sind die aus Ur- oder Sandgebirgen hervortretenden Quellen hell und rein: allein die, welche durch Kalk und besonders Gypsgebirge geflossen sind, führen eine gröfsere oder kleinere Menge kohlen- oder schwefelsauren Kalk mit sich, wodurch sie zum Trinken und zu gewissen häuslichen Gebräuchen wenig angenehm und geeignet sind. Fast von derselben Beschaffenheit

1) Man sehe einige nähere Bestimmungen über die Quellen in der 6ten Anmerkung.

sind auch diejenigen, welche in Uebergangs-Gebirgen gestanden haben, wo kiesige, animalische und vegetabilische Substanzen zur Bildung einiger Salze oder auflöslicher Stoffe Veranlassung gaben.

Die Gewässer, welche mit eben solchen Salzen und Stoffen geschwängerte Gesteine durchflossen haben und selbige in ansehnlicher Menge enthalten, nehmen, unabhängig vom kohlen-, oder schwefelsauren Kalke, den Namen Mineral-Wasser an, und man nennt sie noch überdies *warm*, wenn sie so aus dem Innern der Erde kommen.

Um in den Stand zu setzen, die Beschaffenheit und Menge der Substanzen, welche diese Wasser enthalten, zu schätzen, gebe ich hier die Analysen von einigen der berühmtesten:

Substanzen (in 1000 Theilen).	Plombieres. 1,	Barèges 2,	Bagnères Luchon. 3,	Carlsbad. 4,	Pyrmont. 5,	Geisar. 6,
schwefelsaure Sode (Aschensalz),	0, 13	-	-	5, 80	7, 00	0, 15
schwefelsaure Bittererde,	-	0, 07	0, 03	-	-	-
schwefelsaurer Kalk,	-	0, 11	0, 06	-	-	-
salzsaure Sode,	0, 04	0, 03	0, 02	1, 19	12, 17	0, 25
salzsaure Bittererde,	-	0, 03	0, 03	-	1, 02	-
salzsaurer Kalk (trocken)	-	-	-	-	1, 22	-
kohlensaure Sode,	0, 12	-	-	3, 71	-	-
kohlensaurer Kalk,	0, 03	0, 05	0, 03	0, 41	1, 45	-
kohlensaure Bittererde,	-	-	-	-	2, 39	-
kohlensaures Eisen,	-	-	-	-	-	-
reine Kieselerde,	0, 07	0, 01	0, 02	0, 09	-	0, 54
reine Thonerde,	-	-	-	-	0, 31	0, 05
Schwefel,	-	0, 01	0, 02	-	-	-
bituminöser-Stoff,	-	-	-	-	0, 07	-
animalischer gallertartiger Stoff,	0, 05	-	-	-	-	-
nach 100 p. C. in der Masse: schwefelsaurer Wasserstoff	-	3, 00	1, 80	-	-	-
nach 100 p. C. in der Masse: Kohlensäure,	-	9, 00	0, 90	32, 00	147, 00	-

1) Vauquelin Annales de chimie tom. 39.
2) Source du Bain royal (Quelle des Königsbades) bey der Temperatur von 31° untersucht, vom Hrn. Poumiers.
3) Source de la Reine (Quelle der Königin) bey der Temperatur über 30° von dems.
4) Klaproth, bey der Temperatur von 74°.
5) Westrumb. Diese Wasser sind nicht warm, ihr specifisches Gewicht ist 1, 0115, und 1, 0095 nach Verflüchtigung ihres kohlensauren Gehalts.
6) Black. Man sehe eine Bemerkung über jene berühmten Wasser beym Artikel über die Vulcane. Viertes Capitel.

Wir wollen unsere Aufmerksamkeit einen Augenblick bey der Auflösung der Kieselerde im Wasser festhalten. Was auch die Ursache oder das Zwischenmittel jener Auflösung seyn möge, die Sache ist aufser Zweifel: die Kieselerde schwebt nicht blos im Wasser, sondern sie ist mit demselben innig verbunden und vollkommen aufgelöfst, sagt Hr. Vauquelin [1]). Klaproth drückt sich auf eine eben solche Weise bey seiner Analyse des Carlsbader Wassers aus.

Bergmann, welcher Kieselerde in den Wassern zu Upsal gefunden, sagt selbst, dafs er sich genöthigt gesehen habe, jene Meinung anzunehmen, nachdem er bemerkt hätte: dafs das, verschiedene Mal filtrirte Wasser, immer noch dieselbe Menge Kieselerde enthielte: er bemerkt noch, dafs das warme Wasser auch eine ausgezeichnetere Wirkung auf diese Erde ausübe.

Verschiedene Quellen enthalten Steinöl und andere bituminöse Stoffe, manchmal sogar in grosser Menge; so wie die, welche Spallanzani am Monte-Zebio im Modenesischen gesehen hat; mehrere finden sich zu Astrachan und an den Ufern des Tigris: dieser Flufs nimmt an einigen Orten eine so beträchtliche Menge jener Stoffe auf, dafs es hinreicht, sich mit einer Fackel dem Wasser zu nähern, um die ganze Fläche bis zu einer beträchtlichen Weite in Flammen zu setzen, welche nicht eher verlöschen, bis das Bitumen aufgezehrt ist [2]).

1) Annales de chimie tom. 39.

2) Bergmann. Seine physicalische Beschreibung der Erdkugel enthält verschiedene andere Details über den Gehalt der Wasser, vorzüglich im 73, 75, 83, 91 und 97 §.

Da die Flüsse aus der Vereinigung einer grofsen Menge Quellen entstehen, so müssen sie auch dieselben Substanzen, als letztere, enthalten; da jedoch diese Substanzen daselbst in einer grofsen Menge Wasser verbreitet sind, so bemerkt man sie kaum.

Die fliefsenden Gewässer nehmen, hauptsächlich zur Zeit ihres Anwachsens, erdige Stoffe auf, die sie sodann an den Orten, wo ihre Geschwindigkeit abnimmt, als Schlamm niederlegen. Man weifs, welche grofse Menge solcher Stoffe der Nil jährlich auf den Boden Egyptens absetzt. Der Doctor Schaw schätzt, dafs die Gewässer dieses Flusses $\frac{1}{132}$ Schlamm in einer gewissen Masse mit sich führen. Nach Hartzoeker enthalten die Wasser des Rheins zur Zeit des Anschwellens gegen $\frac{1}{100}$. Als Manfredi mäfsig trübes Flufs-Wasser in ein Gefäfs that, fand er, dafs es nach einiger Zeit einen erdigen Satz von $\frac{1}{174}$ seines Volumens erzeugt hatte [1]. Der Doctor Barrow, welcher das Wasser des Flusses Hoanhay (des gelben Flusses) in China einer gleichen Untersuchung unterwarf, hat daraus gegen $\frac{1}{200}$ Schlamm gezogen [2].

1) Collection academique tom. X.

2) Macartney, Voyages dans la Chine.

Drittes Capitel.

Von den Unebenheiten der Erd-Oberfläche.

Gegenstand dieses Capitels.

§. 18. Nichts macht mehr Eindruck auf den Beobachter, welcher auf der Erd-Oberfläche umherblickt, als jene Menge von Unebenheiten oder Höhen-Unterschiede, die sich von allen Seiten zeigen. Erhöhungen des Bodens beschränken seine Aussicht überall; er kann nicht von einem Orte zum andern gehen, ohne eine zusammenhängende Reihe von Erhöhungen und Vertiefungen zu durchschneiden: einige Gegenden sind ganz mit Höhen und spitzigen Bergen (Pics) bedeckt, andere sind gleichsam mit unermeſslichen Dämmen begränzt, die einfachsten Gegenden selbst zeigen ihm noch sehr merkliche Einschnitte und wellenförmige Gestalten. So klein auch diese Unebenheiten im Verhältniſs der Masse der Erdkugel sind, weil sie auf der Oberfläche der letztern nur so viel, als die Rauhheiten auf der Haut einer Orange, betragen, und die beträchtlichste Höhe noch keine halbe Linie auf einem Globus von 4 Fuſs im Durchmesser ausmachen würde [1]), so müssen sie doch den Geologen ungemein anziehen; sie eröffnen ihm die innere Struc-

1) Der höchste Berg auf dem Himmalaya (bey den Alten Immaus) in Thibet, ist nur 7821 Mètres über dem Meere, und es ist nicht wahrscheinlich, daſs das Meer irgendwo 4000 Mètres Tiefe habe.

Man sehe, zu Ende dieser Abhandlung, eine Darstellung der einfachsten Art die Höhen zu messen.

tur der Erde; ihre Höhe übertrifft die Höhe eines Menschen drey bis viertausend Mal; sie sind die Wirkungen und gewissermaafsen die Denkmähler der Umwälzungen, welche unser Planet erlitten hat. Ihre Untersuchung soll der Gegenstand dieses Capitels seyn; wir werden sie hier in topographischer Beziehung, ohne Rücksicht auf die sie bildenden Snbstanzen, betrachten; und das, was wir darüber sagen, kann also wie ein Versuch über die Gestalt der Erd-Oberfläche angesehen werden.

Verschiedene Arten von Unebenheiten.

§. 19. Um uns einen genauen Begriff von diesen Unebenheiten und ihren verschiedenen Gattungen zu machen, wollen wir unsere Aufmerksamkeit einen Augenblick auf das Ganze der Erd-Oberfläche richten.

Unmittelbar nach ihrer Bildung war diese Oberfläche wahrscheinlich nicht die eines ganz einfachen Sphäroids; der an einigen Theilen mehr angehäufte mineralische Stoff brachte höhere Gegenden, als der benachbarte Boden war, hervor. Wahrscheinlich war auch, in Folge des Gesetzes der Stetigkeit und des stufenweisen Ganges, den die Natur bey ihren Wirkungen gewöhnlich befolgt, der Uebergang der niedrigen zu den höhern Theilen progressiv; die Erhöhungen verbreiteten sich in grofse Entfernungen, und alles, was davon noch übrig ist, führt uns zu dem Gedanken: dafs sie ursprünglich blos in Wellen-Form oder wie Rauhheiten auf der Erd-Oberfläche waren.

Die Gewässer, welche einen Theil der Erde bedecken, lassen über ihrem Niveau die höchsten Theile, die Oberfläche der festen Länder oder vielmehr der festen Erde, und trennen sie gewissermaafsen von dem Meeres-Grunde. Auf diese Weise geben sie Veranlassung zu einer ersten Eintheilung der Unebenheiten: da die sie betreffenden Details zur Geographie gehören, so erwähnen wir hier nichts davon [1]).

1) Wir beschränken uns blos zu bemerken: dafs

1) von ungefähr 5100000 Quadrat-Myriametres, welche die Oberfläche der Erde enthält, 3700000, also beynahe drey Viertheile vom Meere eingenommen sind;

2) die Länder, welche das letzte Viertheil bilden, auf der Oberfläche des Sphäroids nicht gleich vertheilt sind; sie sind gleichsam um den Nordpol herum gruppirt und die nördliche Halbkugel enthält dreymal mehr, als die südliche.

Diese ungleiche Vertheilung hat einige Gelehrte aufmerksam gemacht, und sie zu verschiedenen Vermuthungen geführt. Buache, Buffon, Bergmann u. a. glaubten, dafs der Ueberschufs der Länder in der nördlichen Halbkugel durch ein grofses südliches, uns noch unbekanntes, Land aufgewogen oder ins Gleichgewicht gesetzt werden müsse.

Allein die neuern Seefahrer, unter andern Cook, die ihre Richtung auf entgegengesetzten Wegen nach dem Südpol zu nahmen, und den Polar-Kreis überschritten, ohne Land zu finden, haben das Nichtdaseyn des vermeintlichen festen Landes ganz ans Licht gestellt. Weil nun eine der beyden Halbkugeln eine wenig höhere Oberfläche als die andere über dem Meere, das heifst, ein wenig mehr Volumen hat, sollen wir daraus schliessen, dafs sie auch mehr Gewicht habe? Um diesen Schlufs zu ziehen, müfste der Stoff, woraus die Erde besteht, genau von gleicher Dichtheit seyn; allein in dem uns bekannten Theile der Erdkugel sehen wir, in Rücksicht jener Dichtheit von einem Puncte zum an-

Wenn wir die Oberfläche der festen Länder betrachten, so finden wir sie mit Wellen-Formen, wovon wir oben geredet haben, durchzogen: wir sehen sie auch noch von andern Wellen-Formen oder Falten einer niedern Ordnung, entweder in derselben oder verschiedenen Richtungen, durchlaufen; die obern Theile dieser Wellen und Falten bilden hohe Regionen; ihre untern Theile und die dazwischen begriffenen Räume sind niedrige Regionen. So ist die erste Eintheilung der festen Länder, und zugleich die allgemeinste in Beziehung auf die Unebenheiten ihrer Oberfläche.

Demnach stellt zum Beyspiel Europa eine groſse niedrige Region vor, die zwischen zwey hohen Regionen begriffen ist, welche sie und zwar die eine im Norden, die andere im Süden begränzen: letztere hat ihren mittlern Theil in den Alpen östlich von der Schweiz; sie erstreckt sich gen Westen bis an den atlantischen Ocean, und gen Osten bis an das schwarze Meer. Die hohe Region des Nordens begreift den mitternächtlichen Theil von England, Norwegen, Schweden, und einige Provinzen vom europäischen Ruſsland: zwischen ihnen befindet sich jene Art von unermeſslicher Ebene, welche den mitternächtlichen Theil von Frankreich, Holland, Nieder-Deutschland, Schlesien, Pohlen und den gröſsten Theil von Ruſsland bis an den Fuſs der uralischen Gebirge, der

dern, ziemlich merkliche Unterschiede, und man kann diesemnach wohl glauben, daſs eine der beyden Halbkugeln im Ganzen ein wenig dichter als die andere seyn kann, und der Ueberschuſs der Dichtheit den Mangel an Masse ersetzt.

wahren Gränze zwischen Europa und Asien, einschliefst.

Zum Theil bekannte, zum Theil unbekannte Ursachen, haben auf die Oberfläche der festen Länder nach ihrer ersten Bildung gewirkt, sie haben sie auf verschiedene Arten durchfurcht und zerschnitten. In den hohen Regionen haben sie, in Folge dieser Wirkung, zwischen grofsen Rinnen oder grofsen Thälern, lange und hohe Gebirgsmassen abgesondert, das heifst, sie haben Gebirgs-Ketten hervorgebracht. In niedrigen, hat die Zerstückelung nur Hügel oder Abhänge erzeugt.

Endlich können sonst ziemlich ebene Theile auf einer grofsen Strecke unversehrt geblieben seyn (oder die Unebenheiten sind durch eine Ausfüllung verdeckt worden); dies sind unsere gegenwärtigen Ebenen.

So stellt demnach jetzt die Oberfläche der festen Länder ein beständiges Gemisch von Bergen, Hügeln und Ebenen dar: dies sind die Unebenheiten dieser Oberfläche. Wir wollen davon in dem ersten Abschnitte dieses Capitels handeln; der zweyte ist den Unebenheiten des Meeres-Grundes gewidmet.

Wir werden von diesen Gegenständen nur im Allgemeinen handeln, und Local-Umstände nur als Beyspiele, nicht aber deshalb anführen, um die Unebenheiten jeder Gegend insbesondere kennen zu lernen. Diese Kenntnifs macht einen Theil der Geographie aus; und man kann deswegen die grossen Werke über diese Wissenschaft, und hauptsächlich die von Malte-Brun, die besten, welche wir in französischer Sprache, vornehmlich in Be-

zug auf allgemeine und physische Geographie haben, zu Rathe ziehen *).

Erster Abschnitt.

Unebenheiten der Oberfläche der festen Länder.

Erste Abtheilung. Von den Gebirgen und Gebirgs-Ketten.

Da die Gebirge ganz besonders der Schauplatz der Beobachtungen des Geognosten, da sie der beständige Gegenstand seiner Studien und Beschreibungen sind, so glauben wir uns in einige nähere Darstellungen über ihre physische Beschaffenheit einlassen zu müssen. Wir betrachten zuerst einen einzigen und abgesonderten Berg; dann gehen wir zur Untersuchung der Gebirgsmassen und Gebirgs-Ketten über; und hier haben wir ihre allgemeine Structur, ihre verschiedenen Theile, und endlich ihre gegenseitige Einrichtung zu untersuchen. Ich werde mich zugleich bemühen, eine ihnen gemäſse Nomenclatur festzustellen.

Berg. — Seine Theile.

§. 20. Ein Berg, wenn man dies Wort im engsten Sinne nimmt, und ihn abgesondert betrachtet, ist eine Gebirgs-Masse, welche sich beträchtlich über den umgebenden Boden erhebt; er ist gleichsam ein Auswuchs, der sich mehr oder weni-

*) Unter den deutschen Schriften über diesen Gegenstand dürfte Bergmann's physische Geographie eine der vorzüglichsten seyn.

ger der conischen Gestalt nähert; der oberste Theil ist der Gipfel; der unterste der Fufs, in der Mitte sind die Abhänge.

Der Gipfel ist in Ansehung seiner Gestalt beträchtlich verschieden. Oft ist er abgerundet; allein manchmal wird er eben und bildet eine Platte; bisweilen reifst er sich gewissermaafsen von dem Berge los, nimmt eine steilere Neigung an und bildet einen mehr oder weniger stumpfen Kegel, das ist ein Horn (Pic); endlich erhebt er sich bisweilen in einer scharfen und langen Spitze; dies ist eine Nadel.

Diese verschiedenen Formen hängen, wie wir in der Folge sehen werden, viel von der Beschaffenheit des Gesteins ab; so gehören die abgerundeten Gipfel ganz besonders zu den weichen Granit- den Gneis- und andern schiefrigen Gesteinarten; die Platten zu den Sandstein-Flötzkalk- und im Allgemeinen zu denjenigen Gebirgen, welche horizontal geschichtet sind; die Hörner (Pic's) zu den Basalt-Bergen, den sehr quarzreichen Gebirgen; endlich werden die Nadeln häufig in Granit-Gebirgen angetroffen, deren Schichten senkrecht stehen.

Der Gipfel ist gewöhnlich der kleinste Theil des Berges und die Abhänge der beträchtlichste. Der Fufs ist der am wenigsten geneigte Theil, welches oft von der Erde und den Steinen herrührt, die von den obern Theilen herabstürzen. Die Neigung der Abhänge ist schon sehr beträchtlich, wenn sie 30 Grad übersteigt.

Es ist selten, auf einer ebenen Gegend isolirte Berge von der Art zu finden, welche in ihrem Ganzen die verschiedenen Theile, wovon wir so eben geredet haben, darstellten, die Vulcane aus-

genommen, welche gewöhnlich in diesem Falle sind; der Aetna, der Vesuv, der Pic von Teneriffa liefern uns Beyspiele davon. Auvergne zeigt uns, ausser seinen alten vulcanischen Mündungen in Kegel-Gestalt, einige isolirte Berge: ein solcher ist unter andern der berühmte, ohngefähr 600 Metres über seine Grundfläche erhabene Puy-de-Dome. Ich habe an der Landskrone in der Lausitz ein Beyspiel von einem solchen Berge gesehen, der mehr als 300 Metres Höhe hat, fast gänzlich aus Granit besteht, und in der Mitte einer grofsen Ebene isolirt ist. In Irland, wo sie sehr häufig sind, nennt man sie Dovilstones (Teufelsteine).

Allgemeiner Begriff einer Gebirgs-Kette. Ihre Structur und Theile.

§. 21. Am häufigsten zeigen sich die Gebirge in Gestalt einer grofsen Masse Erdreich, das, über den benachbarten Boden erhaben, verschiedentlich durch Thäler zerschnitten und worauf sich auf verschiedenen Puncten noch Gipfel oder besondere Berge erheben: dies sind Gebirgs-Massen, die man gewöhnlich mit den Namen Gebirgs-Ketten bezeichnet, obschon, genau genommen, diese Benennung nur für einige Gebirgs-Massen pafst, die ihre Ausdehnung in die Länge haben.

Uebrigens können die Massen immer als eine Vereinigung solcher Ketten- oder Ketten-Glieder einer niedern Ordnung, die aber von ähnlicher Structur sind, angesehen werden.

Um sowohl die Theile derselben zu zeigen und schicklich zu benennen, als ihre gegenseitige Lage zu erkennen, stellen wir uns in der Mitte einer ebenen Gegend, eine grofse, einem Damme ähn-

liche, Masse vor, deren Quer-Durchschnitt, in Gestalt eines gedrückten Daches, ein Dreieck von geringer Höhe nach Verhältnifs der Grundfläche darstellt.

Dieser feste Körper wird die Masse unserer Kette; die beyden grofsen Seitenflächen werden die beyden Abfälle, ihr Durchschnitt, oder die obere Kante, wird das Ioch (le faîte, Firste); der untere Theil jedes Abfalles: einer der beyden Füfse; die beyden kleinern Seitenflächen (die Grundflächen des Prisma) werden die beyden Enden; die *Länge* des Prisma wird die Entfernung von einem Ende zum andern; seine Breite die Entfernung der Endpuncte des Queerdurchschnittes von einem Fufse zum andern; und seine Höhe die senkrechte Erhöhung des Joches über dem Fufse oder dem Meere seyn; endlich wird der Punct am Horizonte, nach welchem sich das Joch hinziehet, seine Richtung anzeigen.

Stellen wir uns nun auf jedem der beyden Abfälle zu beyden Seiten des Joches, und fast senkrecht auf seine Richtung, grofse sich bis zum Fufse erstreckende Rinnen vor; so werden selbige Hauptthäler bilden und die Ketten-Masse in verschiedene besondere Massen oder Zweige (Arme) theilen, welche auf beyden Seiten des Mittel-Joches beynahe eben so, wie bey einem vierfüfsigen Thier, die Seiten gegen das Rückgrat geordnet sind. Ihr Joch gehet abwärts von dem Joche der Kette bis zum Fufse; dies ist ein Kamm (crête) oder Joch der zweyten Ordnung. Die beyden Seiten des Zweiges sind die Abhänge. Wenn man sich auf den Abfällen der Kette noch andere Rinnen in der Richtung der erstern vorstellt, welche entweder, da sie ihre Entstehung in der Nähe des Joches haben,

den Fuſs nicht erreichen, sondern im Hauptthale ausgehen, oder, da sie von der Mitte des Abfalles herkommen, am Fuſse ausgehen; so veranlassen sie kürzere Thäler, und theilen die schon vorhandenen Zweige an ihrem äuſsersten Theile in zwey oder mehrere kleinere Zweige.

Die Abhänge der beyden benachbarten Zweige, welche die Wände oder steilen Ufer eines und desselben Thales bilden, vereinigen sich mit ihrem untern Theile in einer mehr oder weniger krummen Linie, welche genau den Thalgrund umfaſst; dies ist der Thalweg [1]) Die Rinnen, wodurch die Thäler veranlaſst worden, haben, wenn sie am Joche ausgehen, von selbigen gleichsam einen Theil weggenommen: so daſs es am Ursprung des Thales einen abgerundeten Ausschnitt oder engen Paſs (Col) darstellt. Zwischen zwey benachbarten Pässen bildet das in seiner ursprünglichen Höhe verbliebene Joch einen Auswuchs oder Gipfel, so, daſs seine Länge in Gestalt von Zacken, einen Wechsel von Gipfeln und Pässen zeigt. Die Gipfel sind die Anfangspuncte zweyer entgegengesetzter Zweige, wovon auf jedem Abfalle einer ist, und die Pässe sind die Anfangspuncte zweyer ebenfalls entgegengesetzter Thäler.

Wir wollen nun zu einem Gebirgs-Zweige übergehen und ihn, wie bey der Haupt-Kette geschehen ist, in Rinnen theilen, welche auf seinem Kamme senkrecht sind. Dadurch bringen wir, auf den Zweigen und Thälern der ersten Ordnung, senkrecht stehende Zweige und Thäler einer zwey-

1) Der Thalweg ist unmittelbar unter dem *Wasserzuge* der Bäche oder Flüsse.

ten Ordnung hervor, die uns jedoch dieselben Umstände darstellen und den Kamm in eine Reihe von Pässen und Gipfeln theilen. Diese Rinnen werden nach ihrer verschiedenen Gröſse, Thäler, Gründe und Schluchten genannt: letztere sind kurz, abhängig, gewöhnlich ausgeweitet, manchmal aber tief.

Bisweilen findet man auch in den groſsen Gebirgs-Ketten, nach der zweyten Ordnung auf obbeschriebene Art getheilte Zweige, in Zweige der dritten und sogar der vierten Ordnung u. s. w. getheilt; wodurch Thäler der dritten, vierten u. s. w. Ordnung entstanden.

Es ist wahr, die Gebirgs-Ketten zeigen sich in der Natur nicht ganz in der Regelmäſsigkeit, mit welcher wir sie dargestellt haben; die Gestalt und Lage ihrer Theile sind immer mehr oder weniger verändert oder verwischt; allein je mehr sie sich jener Darstellung nähern, desto regelmäſsiger sind sie. Man kann sich einen richtigen Begriff von dem machen, was sie in wahrer Wirklichkeit sind, wenn man die Augen auf eine Karte von den Pyrenäen richtet: man siehet daselbst, wie die Abfälle durch die Thäler zerschnitten sind, und in wie weit die Richtung derselben und folglich auch der Zwischen-Zweige, senkrecht auf das Joch sind.

Nachdem wir also die Erklärung der Theile einer Gebirgs-Kette gegeben und die Lage derselben bestimmt haben, so wollen wir nach und nach dasjenige vortragen, was im Allgemeinen über jeden Theil zu sagen ist.

Theile einer Gebirgs-Kette.

Das Joch.

§. 21. Das Joch [1]) einer Gebirgs-Kette, welches die (gerade, krumme oder gebrochene) Linie ist, die man sich durch die Vereinigung der beyden Abfälle gezogen denken kann, macht die Scheidung der Gewässer aus, welche von beyden Seiten der Kette ablaufen; daher rührt der Name Theilungs-Linie der Gewässer (divortia aquarum) welchen man ihr bisweilen giebt; daher kommt auch der den Abhängen gegebene Name Abfälle. Ihre genaue Bestimmung auf dem Erdboden wird zuweilen von grofser Wichtigkeit; zum Beyspiel, wenn man sich derselben zur genauen Festsetzung der Gränzen zwischen zwey benachbarten Staaten bedienen will, welches häufig geschieht; so wurde im Jahre 1659 durch den Frieden in den Pyrenäen (42 Artikel) bestimmt: dafs das Joch dieser Gebirge die Gränze zwischen Frankreich und Spanien bis auf einige Ausnahmen bilden sollte. Ich bemerke bey dieser Gelegenheit, dafs die Joche grofser Gebirgs-Ketten in natürlichen Beziehungen die richtigsten Gränzen sind, die es zwischen zwey Ländern geben kann, und sie in politischer Hinsicht noch schicklicher, als selbst die grofsen Flüsse sind.

Nach dem, was wir über die Structur der Gebirgs-Ketten gesagt haben, scheint es, dafs, wenn man eine dergleichen durchreiset und auf einen der Abfälle hinaufsteigt, man nach Erreichung ihres

1) Das Joch grofser Ketten wurde von den Lateinern mit der Benennung juga montium (Gebirgs-Joch) bezeichnet.

Joches, sogleich auf der andern Seite hinabsteigen müsse; dies geschieht bisweilen wirklich: allein oft hat das Joch eine beträchtliche Breite, und man mufs es durchreisen, um von einem Abfalle zum andern zu kommen; diese Breite ist jedoch in den Gebirgen Frankreichs und benachbarter Länder sehr selten eine Meile: allein anderswo ist sie viel beträchtlicher: in Lang-field in Norwegen ist das Joch ein grofses Plateau, welches nach dem Berichte des Hrn. von Buch fast überall 8, 10 und sogar 12 Meilen Breite hat; Mexico stellt ein Beyspiel von einem noch breitern Joche dar: die Cordilleren, welche dieses Land durchschneiden oder vielmehr den gröfsten Theil des Bodens ausmachen, haben zwischen zwey ziemlich steilen Abfällen ein ungeheures Plateau, dessen Höhe in den Umgebungen von Mexico 2300 Metres beträgt, dessen Breite sehr grofse, kaum durch einige hervorspringende Kanten unterbrochene, Ebenen von gegen 50 Meilen, darstellt: es ziehet sich nach Norden in einer Entfernung von 150 Meilen fort, indem es immer in der Höhe von mehr als 1700 Metres verbleibt. Hr. von Humboldt giebt diesem ausgebreiteten Joche den Namen Rücken (dos).

Uebrigens giebt es selbst auf jenen grofsen Plateau's eine Wassertheilungs-Linie; welche in allen Fällen das geometrische Joch, wenn mir dieser Ausdruck erlaubt ist, darstellen wird.

In den regelmäfsigen Ketten, so wie die Pyrenäen, Vogesen, geht das Joch ziemlich gerade von einem Ende zum andern fort, wobey es aber doch immer einige Krümmungen und kleine Haacken zeigt.

Sonst aber sieht man seine Richtung sich gänzlich ändern; so wie das Joch der hohen Alpen,

nachdem es sich fast nach West-Süd-West vom Sct. Gotthardt bis jenseits des Montblanc fortgezogen, sich schnell nach Süden wendet, und in dieser Richtung bis zum mittelländischen Meere verbleibt.

Wenn eine Kette in einer ebenen Gegend oder zwischen zwey Meeren isolirt ist, so ist die gröſste Höhe des Joches gewöhnlich nach seiner Mitte zu, und nimmt nach allen Seiten bis zu den Enden auf eine sehr unregelmäſsige und ungleiche Weise ab. Allein wenn die Kette einen Theil eines Gebirgs-Systems ausmacht, wie solches bey dem Jura und den Sevennen der Fall ist, die einen Theil des Systems der Alpen ausmachen, ob sie gleich nicht unmittelbar daran liegen, dann ist des Joches gröſste Höhe gegen das benachbarte Ende vom Mittelpuncte des Systems zu, und wird stufenweise nach dem andern Ende zu niedriger. Die oben angeführten beyden Ketten geben ein Beyspiel davon. Diese vor langer Zeit von Tilas [1]) bemerkte Thatsache ist die Folge eines vom Hrn. Andreossy aufgestellten Grundsatzes, wovon wir bald sprechen werden.

Bey seinen verschiedenen Biegungen fällt das Joch bisweilen beträchtlich ab; so hat das so hohe Joch der Anden in der Erdenge von Panama nur 5 bis 600 Metres Höhe über dem Meere. Allein in einer und derselben Kette kann das Joch nicht bis zum Niveau seines Fuſses fallen, dadurch würde die Kette durchschnitten seyn und man würde zwey dergleichen haben. Der enge Einschnitt, durch welchen die Elbe aus den böhmischen Gebirgen

1) Memoires de l'Academie de Stockholm. 1760.

tritt, giebt ein Beyspiel dieser Art; links befindet sich das Erzgebirge, welches Böhmen von Sachsen trennt; rechts die Gebirgskette, welche erstbenanntes Land von der Lausiz und Schlesien scheidet. Der Durchgang der Lluis, durch welchen die Rhone in das französische Gebiet tritt, trennt in diesem Theile den Jura von den Alpen.

Abfälle.

§. 22. Die Abfälle können nur in Rücksicht ihrer Neigung der Gegenstand allgemeiner Betrachtungen seyn.

Wenn ich einen Abfall wie eine ebene Fläche betrachte, welche sich gleichförmig vom Joche bis zum Fufse erstreckt, so finde ich nach den zu meiner Kenntnifs gekommenen Beobachtungen, dafs in den Gebirgen, welche sonst nichts aufserordentliches darstellen, die Neigung sich von 2° bis zu 6° ändert: die Neigung des nördlichen Abfalles der Pyrenäen ist 3 bis 4°; die des südlichen Abfalles der grofsen Alpen von dem Joche an, welches die hohen Gipfel des Montblanc, Mont-Cervin und Mont-Rose trägt, und deren allgemeine Höhe 3500 Metres ausmacht, bis in die Ebenen von Piemont und der Lombardei, ist $3\frac{3}{4}$ Grad.

Allein da diese allgemeine Neigung von einer grofsen Anzahl besonderer Neigungen wegen der sehr wellenartigen Form der Abfälle zusammengesetzt ist, selbst wenn man immer in der Richtung eines Kammes fortgehet, so mufs man, ehe man den Gipfel erreicht, Abhänge auf und absteigen, welche stärker als die oben angezeigten sind [1].

1) Ich bemerke in Rücksicht der Gröfse der Abhänge, dafs einer dergleichen schon stark ist, wenn er 7 bis 8° hat;

Die beyden Abfälle einer Kette sind selten gleich geneigt: fast immer ist der eine kürzer und steiler, als der andere. Diese Thatsache ist durch Beobachtung der meisten bekannten Gebirge aufser Zweifel gesetzt. So stellt das Erzgebirge, dessen Höhe über dem Fufse ohngefähr 1000 Metres beträgt, nach Norden einen sehr sanften Abhang von 10 bis 12 Meilen (lieues) Länge dar, während es gegen Mittag sehr steil abfällt und an verschiedenen Orten nicht einmal 2 Meilen lang ist. Hr. Ramond sahe vom Gipfel des Montperdu aus den nördlichen Abfall der Pyrenäen sich in einer Entfernung von mehrern Meilen in einer grofsen Höhe erhalten, während ihm an der Seite Spaniens alles wie abgebrochen und senkrecht vorkam. Die Sevennen, die Vogesen und der Jura haben ihren steilen Abhang gegen Osten. Das System der Alpen (Alpengebirge) in seinem ganzen Umfange, fällt gegen Mittag nach dem mittelländischen und adriatischen Meere schnell ab, während der nördliche Abhang sich in die Länge zieht, und bis in das nördliche Deutschland erstreckt. In der grofsen Cordillère der Anden in America ist der westliche nach dem grofsen stillen Meere gerichtete Abfall im Allgemeinen mehr, als der nach dem Innern des festen Landes gekehrte, geneigt. Dieser Unterschied der Neigung ist den Beobachtern aufgefallen, und sie haben das Gesetz aufgesucht, welchem jene Beschaffenheit unterworfen seyn könnte. Bergmann hat

er ist das Maximum für die Wagen, er ist sehr stark bey 15° und das Maximum für Lastthiere, bey 35° kann der Mensch nicht ohne Steigeisen fortkommen; und Hr. von Humboldt hält jeden Abhang, welcher mehr als 44° hat, selbst mit Steigeisen unzugänglich.

aus den über diesen Gegenstand gesammelten Beobachtungen geschlossen, daſs bey den von Norden nach Süden gerichteten Gebirgs-Ketten der westliche Abfall und bey den von Osten nach Westen gerichteten Ketten der südliche Abfall der steilste ist[1]); allein diese Regel hat auch Ausnahmen; die Vogesen und benachbarten Berge haben uns schon eine gegeben. Hr. Andreossy, bey Beobachtungen über die Topographie des südlichen Frankreichs, welche ihn zu einer schicklichen Bestimmung der Anlage des Canals von Languedoc leiteten, und welche er in seinem schönen Werke über diesen Canal (Band I. S. 51) verzeichnet hat, Hr. Andreossy, sage ich, bemerkt: daſs, sobald eine Gebirgs-Kette sich auf einer abhängigen Ebene befindet, so wie der Jura, die Vogesen, die Sevennen auf der von den Alpen nach dem Meere abfallenden Ebene liegen, allemal der nach dem obern Theile der Ebene gerichtete Abfall der steilste ist; und er nennt ihn Gegenhang (contre-pente) im Gegensatz des andern Abfalles, welcher, da er in der Richtung des Haupt-Hanges des Gebirges geneigt ist, blos Hang oder Abhang (pente) heiſst.

Die Beobachtung von Saussure über die Alpen gehen in diese allgemeine Thatsache ein. „Die innern Ketten", sagt dieser Gelehrte, „kehren den Rük-„ken nach der Auſsenseite der Alpen, und richten „ihre steile Böschung gegen die Central-Kette." Nachdem aber dieser scharfsinnige Beobachter bemerkt hatte, daſs es doch noch einige Ausnahmen gäbe, fügte er hinzu: „Allein es ist genug, daſs der

1) Man sehe einen Aufsatz von Kirwan über diesen Gegenstand in der Bibliotheque britannique, 16. Band.

„gröſste Theil der Gebirge diesem Gesetz so ge-„mäſs ist, daſs selbiges die Aufmerksamkeit der Geo-„logen verdient, und wir werden in der Folge sehr „zahlreiche Bestätigungen sehen (§. 282)." Die Hrn. Dupuis-Torey und Brisson sind bey ihrer gänzlich geometrischen, aber eben so sinnreichen als genauen Methode, die Unebenheiten der Erde zu betrachten, auf denselben Grundsatz gebracht worden, worüber sie sich so ausdrücken: „Von den „Abhängen von einerley Ordnung und auf einer-„ley Haupt-Hang bezogen, sind die einwärts ge-„kehrten gewöhnlich die kürzesten [1])."

Saussure bemerkt auch (§. 281), daſs in den von geneigten Schichten gebildeten Gebirgen der sanfteste Abhang gewöhnlich derjenige ist, welcher in der Richtung der Neigung liegt. Ich habe die Bestätigung dieser Thatsache sehr oft gefunden.

Derselbe Beobachter hatte auch bemerkt: daſs die den Genfer See umgebenden Gebirge ihre steile Böschung, das heiſst, den steilsten Abfall gegen den See gerichtet haben. Die Gebirge, welche Constanz, Luzern und den Haupt-See (Lac-Major) begränzen, zeigen dieselbe Thatsache. Man siehet sie auch an den das mittelländische Meer umgebenden Ketten wiederholet: die Gebirge Spaniens, die Pyrenäen, die Sevennen, die Alpen, die Gebirge Griechenlands, Kleinasiens, Syriens und endlich der Atlas haben einen viel steilern Abhang gegen dieses Meer, als an der entgegengesetzten Seite [2]). Ich habe auch den nehmlichen Umstand

1) Journal de l'Ecole polytechnique, tom 7. p. 266.

2) Hr. Ramond hat diese gröſsere Neigung der Abhänge gegen das mittelländische Meer schon bemerkt. Man sehe seine Observations dans les Pyrenées chap. XVI.

um grofse mit Gebirgen umgebene Ebenen (Bassins, Becken) gefunden. Böhmen, welches ein solches Becken von fast cirkelrunder Gestalt ist, giebt ein Beyspiel davon: das sehr breite Thal oder Becken, welches Elsafs, Breisgau und das Badensche Land umschliefst, bietet ein ähnliches dar; die Vogesen und der Schwarzwald haben ihre steile Böschung nach dem Innern des Landes gerichtet. Dieselbe Thatsache kann auch bis auf die gewöhnlichen Thäler ausgedehnt werden, allein sodann wird die Erklärung derselben ganz natürlich seyn; indessen werde ich Anstand nehmen, dieselbe Ursache zur Erklärung der steilen Böschung der Ufer anzunehmen, welche die grofsen Wasserbecken, wie Böhmen und das mittelländische Meer, umgeben.

Hr. Malte-Brun wird vielleicht hier das grosse indische Meer noch dazu rechnen. Er macht in Ansehung der dasselbe umgebenden Gebirge eine Bemerkung, welche verdient angeführt zu werden, da sie gewifs diejenige ist, welche über eine gröfsere Strecke Landes in Beziehung auf die Richtung der steilen Böschungen gemacht worden. Dieser Geograph stellt sich im Süden des Diemen-Landes; von da richtet er seine Blicke auf die Reihe Ketten oder Gebirge, welche das Süd-Meer, vom Vorgebirge der guten Hoffnung an bis zum Cap Horn begränzen, indem er an der Ostküste von Africa, der südlichen Küste von Asien und der Westküste von America hingehet; und überall siehet er den steilen Abhang der Gebirge und Länder gegen dieses Meer gerichtet, während der Abhang nach dem Innern der Länder, sanft und lang ist [1]).

1) Précis de Geographie tom. 2. p. 284.

Gebirgs-Zweige. (Arme).

§. 23. Da die Gebirgs-Zweige gewissermaassen nur kleine Ketten sind, so ist das, was wir über die eigentlichen Ketten gesagt haben, auch auf sie anwendbar; folglich beschränken wir uns auf folgende Betrachtungen.

Der Kamm der Zweige, in seinem Ganzen genommen, fällt vom Joche der Kette bis zu seinem Fuſse ab, aber dieser Abfall ist bey weitem nicht gleichförmig: gewöhnlich hält sich der Kamm in einer groſsen Höhe und fällt nur in einer mehr oder weniger beträctlichen Entfernung vom Joche schnell ab: dieser schnellere Abfall gegen das innere Ende des Zweiges erzeugt einen Bruch, den man mit dem Bruche eines Mansarddaches vergleichen kann; er ist manchmal so stark, daſs der Zweig, wenn er mit der Ebene zusammentrifft, ein steiles und hohes Ende bildet; er scheint wie zugespitzt und in der Mitte seines Zuges aufgehalten: einige Geographen haben ihn deshalb mit dem Namen Widerlage (éperon) bezeichnet. Uebrigens hat der Kamm vom Joche bis zum Fuſse der Kette herab, selbst auf seinen entferntesten Theilen, beträchtliche Erhöhungen, welche Gipfel bilden, deren Höhe manchmal die Höhe des Kammes an seinem Anfangspuncte übertrifft.

Man siehet ziemlich oft Zweige den Haupt-Fuſs der Kette überschreiten und sich bis in die Ebenen ziehen; dies sind Gebirgs-Arme: wenn sie sich bis ins Meer erstrecken und schnell endigen, so wird ihr äuſserstes Ende ein Cap oder Vorgebirge (promontoire) genannt. Bisweilen sind sie so beträchtlich, daſs sie sogar wirkliche und groſse Gebirgs-Ketten bilden: so wie die Apen-

ninen, die man als einen Arm betrachten kann, den die Alpen gegen Mittag ausstrecken.

Sonst im Gegentheil bleibt einer der Ketten-Zweige zurück, statt sich vorwärts zu erstrecken, und läſst also einen leeren Raum zwischen den beyden Enden der Zweige rechts und links. Wenn das Meer den Fuſs der Kette bespült, so füllt es die Leere aus und bildet einen Meerbusen, welcher von beyden Seiten geschützt, einen guten Hafen abgiebt. Hr. Andreossy, welcher diesen Umstand zuerst bemerkt hat, giebt eine sinnreiche Anwendung davon auf die Bildung des Hafens von Constantinopel. (Voyage à l'embouchure de la mer Noire).

Der Kamm der Zweige, so wie das Joch der Ketten, hat oft eine mehr oder weniger beträchtliche Breite; gewöhnlich stellt selbiger die Gestalt eines Eselsrückens dar; allein manchmal ist er auch eine Platte oder vielmehr eine lange Terrasse von der Breite einiger Meilen.

Die gewöhnlichen Zweige sind selbst, beynahe senkrecht auf ihren Kamm, durch kleine Thäler, Gründe und Schluchten, in Zweige einer niedern Ordnung getheilt, welche gewöhnlich nur eine geringe Länge haben, (die durch die Entfernung zwischen den Kamm des Zweiges und den Thalweg des benachbarten Thales bestimmt wird) man giebt ihnen den Namen Gegenpfeiler, (Widerlagen), gleichsam, als wenn sie bestimmt wären, die Zweige zu stützen, so wie bey Festungswerken die Gegenpfeiler die Wälle stützen; einige Militair-Ingenieurs haben diese Benennung sogar auf alle Zweige einer Kette ausgedehnt; sie betrachten diese Zweige wie Gegenpfeiler des Haupt-Joches.

Die Bestimmung der Lage des Kammes der Zweige, wenn man jeden in allen seinen Abtheilungen und Unterabtheilungen, das heifst: den Kamm der Gegenpfeiler oder Zweige der ersten, zweyten u. s. w. Ordnung verfolgt, welche sich mittel- oder unmittelbar an den Hauptzweig anschliefsen; diese Bestimmung, sage ich, ist die Grundlage zur Topographie einer Kette und sogar einer Gegend im Allgemeinen. An den Zug der zwischen innen liegenden Thalwege gebunden, deren Lage immer von der Lage der Kämme abhängt, bildet sie das ganze Gerippe der Gegend; sie ist deren geometrischer Grundrifs; alles was dabey noch zu thun ist, betrifft nur die Details, die man jedoch bey einer nur ohngefähren Zeichnung weglassen kann. Ein Nivellement dieser Kämme und Joche, so wie der Thalwege, mufs auch zur Bildung aller Profile und Durchschnitte dienlich seyn.

Thäler.

§. 24. Die Hauptthäler einer Gebirgs-Kette sind, wie wir bereits bemerkt haben, diejenigen, welche gegen das Joch hin anfangen und fast senkrecht auf die Richtung desselben, bis zum Fufse herablaufen: sie sind quer gegen die Kette gelegt, und werden folglich von einigen Schriftstellern *Quer-Thäler* 1) genannt.

Sie nehmen rechts und links und fast senkrecht auf ihre Richtung, oder genauer, unter einem im Allgemeinen wenig spitzigen Winkel 2) die Thä-

1) Saussure gab im Gegensatz den mit der Kette parallel laufenden Thälern den Namen Längenthäler; er führte als Beyspiel das Thal der Rhone über dem Genfer See auf. Allein Saussure sprach von den Alpen, welche keine solche Kette, wie wir sie hier beschreiben, wohl aber eine grofse von besondern Gliedern und Ketten zusammengesetzte Gebirgs-Masse sind.

2) Wenn die Flächen, auf welchen die Gewässer fliefsen,

ler der zweyten Ordnung, sowohl als die zwischen den Gegenpfeilern der benachbarten Zweige begriffenen Schluchten auf; in letzterwähnte Thäler gehen die Thäler oder Schluchten der dritten Ordnung, die zwischen den Gegenpfeilern der zweyten Ordnung oder den Zweigen der dritten Ordnung liegen. Ferner theilt sich das Hauptthal nach seinem obern Ende zu nach und nach in eine gröfsere oder kleinere Anzahl Gründe, Schluchten und Hohlwege ab, welche endlich sich in Falten des Terrains verlieren, die in einer gröfsern oder kleinern Entfernung vom Gipfel verschwinden. Die Thäler niederer Ordnungen zeigen an ihren Enden ähnliche Umstände; so dafs ein grofses Thal mit dem Stamme gewisser Bäume verglichen werden kann, dessen Zweige, Thäler niederer Ordnungen darstellen und die kleinen Zweige am Ende der gröfsern eine Vorstellung von den Abtheilungen und Unter-Abtheilungen, welche wir oben bey Entstehung der Thäler gesehen haben, geben würden. Ein Blick auf die topographische Charte einer Kette wird den richtigen Begriff verschaffen, den man sich von jener Einrichtung machen soll.

Der Grund eines Thales, das heifst, der Thalweg, steigt an, je nachdem man dem Joche näher

eben wären, und der Abflufs auf der Linie des gröfsten Abhanges geschähe, so würde der Winkel bey der Vereinigung zweyer Flüsse, der immer spitzig ist und seinen Scheitel gegen die Thalsole gerichtet hat, zum Ausdruck

$\text{Cos. } x = \frac{\sin a}{\sin b}$ geben, wo x der Vereinigungs-Winkel, a die Neigung des Hauptthales, b die Neigung des einfliefsenden Flusses ist, b ist stets gröfser, als a,

kommt; allein diese Erhöhung geht bey weitem nicht gleichförmig stufenweise. Fast immer ist die Neigung schwach und bis gegen die am obern Ende befindlichen Verzweigungen ziemlich gleichförmig; allein dort nimmt sie beträchtlich zu; oft kann man nur auf einem sehr steilen und manchmal fast senkrechten Abhange nach dem Gipfel hin gelangen, dann scheint das Thal sich, plötzlich einem senkrechten Abhange gegenüber, zu endigen. Wenn der Thalgrund sich erweitert und eine runde Gestalt annimmt, so stellt er gleichsam einen *Kessel* (cirque) von einer sehr beträchtlichen Gröfse dar. Unter denen Kesseln, die man in den Alpen siehet, führe ich den an, welcher das Thal von Anzaeca am Fufse des Mont-Rose schliefst: er ist ein fast zirkelrundes Bassin von 2 Meilen im Durchmesser, dessen Wände, (Ufer) sich senkrecht, höher als 2000 Metres erheben (Saussure §. 2140). In Kessel dieser Art endigt sich auch in den hohen Pyrenäen das Thal von Gave de Pau am Fufse der Thürme von Marborée (des tours de Marborée) auf der einen, und am Fufse des Nadel-Thurmes (de la tour des aiguilles) auf der andern Seite.

Jenseits dieser grofsen Kessel, wenn man dem Laufe der Gewässer folgt, ziehen sich die Thäler enger zusammen, erweitern sich wieder, und wiederholen dieses mehrere Male, ehe sie die Ebene erreichen: denn es giebt, hauptsächlich unter den grofsen Thälern, wenige, welche, in einem Theile ihrer Länge, nicht eine Reihe von Verengungen und Erweiterungen darstellten; diese bilden oft gleichsam eine Reihe grofser, stockwerksweise über einander geordneter und gewöhnlich nur durch enge Durchschnitte in Verbindung stehender Bassins. Saussure hat deren *fünfe* in dem Thale der Rho-

ne von ihrem Ursprung an bis nach Genf bemerkt. In dem grofsen und schönen Thale von Aoste habe ich *dreye* gefunden: der beträchtlichste derselben hat 1800 Metres, die beyden andern haben nur 600 Metres und die engen runden Ausschnitte, durch welche die Doire von einem zum andern gelangt, sind kaum einige Metres breit. Das Nil-Thal in Hoch- und Mittel-Egypten bestehet nach Hrn. Rosierès Angabe nur aus einer Reihe solcher Bassins.

Uebrigens verhindern diese Ausweitungen nicht, dafs die meisten Thäler in einem grofsen Theile ihres Laufes, und ihrer zahlreichen Krümmungen ungeachtet, das Ansehen eines wirklich merkwürdigen Parallelismus an den sie begränzenden Abfällen, das heifst, an den Abhängen der beyden Zweige, zwischen welchen sie (die Thäler) begriffen sind, annehmen: so, dafs wenn einer der Abfälle einen auswärts gehenden Winkel macht, so bildet der andere, im entgegengesetzten Theile, einen einwärts gehenden, in welchem der erstere sich zu fügen scheint. Diese zuerst von Bourguet bemerkte und von einigen Gelehrten für den Schlüssel zur Theorie der Erde ausgegebene Vereinigung zwischen den aus- und einwärts gehenden Winkeln ist zu sehr auf das Allgemeine angewendet worden; allein es ist doch eben so gewifs, dafs sie sich bey jedem Schritte findet, den man in den Gebirgen thut, und sie jedem Beobachter auffallen mufs. An mehr als drey Viertheilen der Thäler, welche ich gesehen habe, war sie zu finden; und nur in grofsen und breiten Thälern ist der Parallelismus in etwas verschwunden, um den Wechsel von Ausweitungen und Verengungen Platz zu machen.

Die Richtung der Thäler ist, wie wir oben gesehen haben, beynahe senkrecht auf dem Joch oder auf dem Kamm der Ketten und Zweige, welche sie bilden; es ist eine Folge von diesem allgemeinen Grundsatze: dafs die Thäler in ihrem Ganzen, und ohne Rücksicht auf die von Local-Umständen abhängenden Abweichungen, nach der Linie der am meisten abfallenden Fläche, auf der sie sich befinden, gerichtet sind [1]).

Dieser Grundsatz kann in Ansehung der sehr häufigen Abweichungen, die wir vorhin erwähnten, nur in demselben Umfange genommen werden, als dieser andere, der nur ein Zusatz ist und von allen Geographen gebilligt wird, nehmlich: dafs die Flüsse nach ihrer Mündung hin eine senkrechte Richtung auf die Meeres-Küste haben, welche sie aufnimmt. In Folge des aufgestellten Grundsatzes müssen die Thäler in der Mitte der Ketten, wo das Joch horizontal ist, (wobey jedoch keine Rücksicht auf seine Wellenformen genommen wird, da selbige die Richtung der Abfälle, als den Hauptgegenstand, nicht wesentlich ändern), senkrecht auf dem Joche seyn, welches auch wirklich Statt findet. Die Prüfung der Karte von den Pyrenäen wird uns belehren, dafs die Thäler der Aude, der Arriège, der Garonne, der Neste, der Gaver, so weit sie in der Kette begriffen sind, eine solche Richtung haben. Ich habe ein auffallendes Beyspiel

1) Man wird sich erinnern, dafs die Linien von gröfserer Neigung auf einer Ebene, und im Allgemeinen auf irgend einer Fläche, Linien sind, die, auf dieser Fläche gezogen, senkrecht auf den auf derselben Fläche gezogenen Horizontalen stehen.

der nehmlichen Thatsache in den hohen Sevennen gesehen: alle Thäler oder die Bäche, welche man als Quellen und Zuflüsse der Ardèche, des Lot und des Tarn ansehen kann, sind dort von Ost nach West gerichtet, während das Joch seine Richtung von Nord nach Süden hat. In den grofsen Alpen-Ketten sind Thäler eingeschnitten, welche fast immer einen rechten Winkel mit der Länge dieser Ketten machen [1]). Allein an den Enden einer Kette, wenn das Joch nach unten zu bestimmt abfällt und nicht wieder ansteigt, müssen die Thäler, obigem Grundsatze gemäfs, um den Anfangspunct des Abfalles, in divergirender Richtung gehen, (wie gerade Linien auf einer conischen Fläche); sie sind da nicht mehr senkrecht auf das Joch, und können sogar parallel mit ihm werden. Die Pyrenäen stellen an ihrem östlichen Ende ein sehr merkwürdiges Beyspiel dieser Thatsache dar; man siehet dort die Thäler der Teta, des Tech, der Muga u. s. w. im Ganzen gleichsam einen von West nach Ost, beynahe wie die Kette, gerichteten Gänse-Fufs bilden. Hr. Andreossy, der diese Thatsache in einem umgekehrten Sinne nimmt, bemerkt: dafs bey einer solchen Einrichtung der Thäler, die Kette, welcher sie angehören, zu Ende ist. „In ihrem Richtungs-Zuge kann eine Kette die Gewässer nur auf „den Seiten-Abhängen abfliefsen lassen; geschiehet „es in der Richtung ihrer Länge, so ist es ein Beweis, dafs sie an diesem Orte aufhört,“ sagt er in dem 35sten der Aphorismen über die physische Geographie, die seiner Reise nach dem schwarzen Meere vorgesetzt sind.

1) Theorie de la surface de la terre, pag. 5. par M. André de Gy.

Die Thäler dienen den in den Gebirgen fliessenden Gewässern zum Abzuge. Die starken Bäche, Ströme und manchmal Flüsse, haben die Sohle der Hauptthäler inne; so wie die Garonne, die Sohle des Thales St. Beat. Die Thäler der zweyten Ordnung, (Nebenthäler) die Eingänge in die Hauptthäler, führen blos Bäche oder Wasserzüge, je nachdem sie gröfser oder kleiner sind. Die Thäler einer niedern Ordnung, so wie fast alle Schluchten, leiten aufser einigen Quellwassern, nicht immer Wasser ab. Uebrigens siehet man wohl, dafs sich nichts Allgemeines über diesen Gegenstand sagen läfst: alles hängt hier von Local - Umständen ab.

Gipfel.

§. 25. Die Gipfel in den Gebirgs - Ketten oder Gebirgs - Massen sind Hervorragungen, welche sich auf einem Joche oder Kamme über die zunächst liegenden Theile plötzlich erheben: sie können also wie Erzeugnisse durch jede schnelle Erhebung des Joches und Kammes angesehen werden.

Diesemnach scheint es, dafs sich auf dem Haupt - Joche die höchsten Gipfel finden müssen; dies ist wirklich im Allgemeinen wahr, so wie man es an den Vogesen, den Alpen, Appenninen u. s. w. siehet; genau auf dem Joche der letztern bilden die Gipfel, den Montblanc, Mont - Cerrin und den Mont - Rose; allein oft sind auch die höchsten Gipfel, so wie der Montperdu und die Maladetta in den Pyrenäen nicht mehr genau auf dem grofsen Joche, oder der Wassertheilungs - Linie; sie sind in einer gewissen, zwar sehr kleinen, Entfernung davon: sie rühren von den oben erwähnten Erhebun-

gen her, welche den Kamm der Zweige bisweilen auf eine gröſsere Höhe bringen, als ihr Vereinigungspunct am Joche ist.

Die Gipfel bilden auf dem Joche im Allgemeinen ähnliche Vereinigungspuncte oder Knoten: an jedem derselben vereinigen sich zwey entgegengesetzte Zweige; auf jedem Abfalle einer. Wenn man die Vergleichung verfolgt, durch welche wir die gegen das Joch eben so, wie die Ribben gegen das Rückgrat geordneten Zweige, schon dargestellt haben, so werden die Gipfel als hervorspringende Theile dieses Joches die Wirbelbeine, als die hervorstehenden Theile des Rückgrates, bilden, an welche sich die entgegengesetzten Zweige wieder anschlieſsen.

Die Gipfel auf dem Kamm der Zweige sind in demselben Falle: von jedem siehet man zwey Gegenpfeiler (Gehänge, die Abfälle, contreforts) auf jeder Seite einen ablaufen. Bisweilen sogar, besonders wenn die Gipfel sehr beträchtlich sind, die Kette groſs ist, und die Hauptthäler sehr geräumig sind, gehen drey, sogar vier Gegenpfeiler davon aus. Diese Thatsachen wurden durch den berühmten Ingenieur Arçon bemerkt: nachdem er wahrgenommen hatte, daſs die verschiedenen Gebirgs-Zweige eine progressive Abweichung erleiden, je nachdem sie sich mehr von ihrem Ursprunge entfernen, fügte er hinzu: *Man bemerkt übrigens, daſs im Vereinigungspunkte zweyer oder mehrerer Gegenpfeiler immer eine Erhebung Statt findet.* Nachdem Hr. Andreossy in seinen oben schon angeführten *Betrachtungen über die physische Geographie* an jene Beobachtungen des Arçon erinnert hat, pflichtet er denselben sehr bey.

Vorzüglich von der Form der Gipfel hängt der allgemeine Anblick der Ketten ab. Nach der Beobachtung des Dolomieu hat jede Kette eine besondere Form, welche gewissermaaſsen durch den Namen, den sie führt, bezeichnet wird: so sind die spitzigen, sehr groſsen Obelisken ähnlichen Gipfel in den Alpen, daselbst unter dem Namen Nadeln (aiguilles) bekannt; so hat man in den Pyrenäen Hörner (pics) oder sehr groſse Felsenmassen, die von allen Seiten steil abfallen; so in den Vogesen eine groſse Anzahl kugelichter oder abgerundeter Gipfel [1]).

Diese verschiedenen Formen hängen sehr von der mineralogischen Beschaffenheit der Gebirge, an denen sie wahrgenommen werden, sowohl als von der Lage der Schichten ab. So stellen die Alpen hauptsächlich in den Granit- und Urgebirgs-Gegenden und bey senkrechter Schichtung jene hohen, von allen Seiten zerrissenen, Kämme dar; die gleichsam zackenförmig, riesenmäſsige Pyramiden oder Nadeln, (die, gewissermaaſsen, den Alpen-Character der Gebirge constituirenden Gegenstände) tragen; so siehet man auch in den Granit-Gegenden von Hoch-Vivarais kahle Berge, ungeheure, durch scharfe Kanten (Ränder) begränzte Mauern, zwischen welchen schreckliche Abgründe begriffen sind. Die von einer Mischung von Granit und Granit-Schiefer gebildeten Pyrenäen, haben abgerundetere und plattere Gipfel: daher rühren die zahlreichen Hörner und groſsen Platten oder langen Terrassen, welche oft über die hohen Gipfel hervorragen. Die sächsischen Gebirge, welche aus

1) Journal des Mines No. 40.

milden Gneis und Thonschiefer bestehen, stellen fast überall nur sanfte Abhänge dar, und machen gewissermaafsen nur ein leicht wellenförmiges Gebirge aus; hier und da erheben einige Porphyrmassen ihr abgerundetes Haupt, und man wird einige Basalt-Platten gewahr, die gegen zwey oder dreyhundert Metres über den benachbarten Boden erhaben sind. Die Sevennen, welche aus horizontal geschichtetem Kalkstein gebildet sind, stellen fast überall nur eine Reihe Platten dar; sie sind gewissermaafsen nur eine grofse durch Thäler und Gründe in kleinere prismatische, am obern Theile platte und horizontale Massen, zerschnittene grofse Massen. Die Form der Gipfel oder vielmehr das Ansehen der Berge hängt auch von ihrer Höhe ab: je höher der Kamm ist, desto tiefer werden die Ausschnitte seyn.

Von den Gebirgspässen (Cols).

§. 26. So wie man die Gipfel, wie durch plötzliche Erhöhungen des Joches erzeugt, betrachten kann, so sind die Pässe als die Wirkung eines beträchtlichen und ziemlich schnellen Abfalles desselben Joches anzusehen. Da also die Pässe die niedrigsten Theile auf der Höhen-Linie einer Kette sind, so werden sie die Uebergangs- oder Vereinigungs-Puncte zwischen zweyen durch jene Kette getrennten Gegenden seyn. Ihrer, im Bezug auf die benachbarten Theile niedrigen Lage ohngeachtet, sind sie doch bisweilen von einer absoluten beträchtlichen Höhe. So sind die Pässe des Brenners zwischen Inspruck und Brixen und die des Sct. Gotthardt, die einzigen Uebergänge zwischen dem westlichen Deutschland und Italien, der eine

1420 und der andere 2075 Metres über dem Meere. Die von Frankreich nach Italien am häufigsten bereisten sind der grofse Sct. Bernhardt von 2500 Metres, der kleine Sct. Bernhardt von 2200 Metres, und der Mont Cenis von 2060 Metres Höhe.

In den Pyrenäen, zwischen den beyden an ihren Enden durchbrochenen Strafsen, ist tiefer unten kein Durchgang weiter, als der Pafs des Puymorin, an den Quellen der Arriège, welche immer noch 1920 Metres über dem Meere erhaben ist. In den Anden, östlich von Popayan, hat nach Hrn. von Humboldt der Uebergang über den Paramo de Guanacas 3760 Metres und der des Assuay, zwischen den Städten Quito und Cuença 4042 Metres Höhe.

Auf beyden Seiten eines Passes hat man auf jedem Abfalle immer ein Thal; und so wie die Gipfel auf dem Joche Vereinigungs-Knoten zweyer entgegengesetzter Zweige sind, so werden die Pässe auf diesem Joche die Theile seyn, wo sich durch das obere Ende zwey entgegengesetzte Thäler vereinigen. Der tiefste Punct des Passes wird den beyden Thalwegen gemein seyn.

Dies sind die allgemeinen Betrachtungen, welche wir über die verschiedenen Theile einer Gebirgs-Kette anzustellen hatten. Das, was wir über diesen Gegenstand gesagt haben, reicht hin, um darzuthun: wie sehr die Kenntnifs und die Lage dieser Theile nicht allein den Geognosten, sondern auch den mit der Beschreibung eines gebirgigten Landes beschäftigten Geographen, dem Ingenieur, welcher beauftragt ist, in Gebirgen Strassen anzulegen; dem Militair, welcher dort seine Truppen führen und stellen, seine Vertheidigungs-Puncte nehmen soll u. s. w. ansprechen müssen.

Es ist wahr, jede Kette hat Gegenstände und Einrichtungen, die ihr ausschliefslich eigen sind; allein die gröfste Zahl derselben hat doch einen fast ähnlichen Umrifs, und diesen haben wir zu entwerfen gesucht. Er setzt jeden, der eine Gebirgs-Kette beobachtet oder beschreibt, in den Stand, jeden Theil an seinen rechten Platz zu stellen, und sich einen Begriff vom Ganzen zu machen, ehe er zu den einzelnen Umständen übergehet, welche von einem Orte zum andern veränderlich sind.

Verhältnisse der Gebirgs-Ketten unter sich.

Verbindung der Ketten unter einander.

§. 27. Selten stellt sich eine Gebirgs-Kette so abgesondert, wie die oben beschriebene, und selbst wie die oft angeführte der Pyrenäen, dar. Fast alle hängen mehr oder weniger mit den benachbarten Ketten zusammen; sie sind Theile einer und derselben Reihe oder eines Systems von Unebenheiten; und die Gränzen, welche wir ihnen anweisen, indem wir sie von einander unterscheiden, sind meistens nur Uebereinkunfts-Gränzen.

Um die Dinge in ihrer ganzen Wirklichkeit gehörig zu sehen, wollen wir unsere Aufmerksamkeit wieder auf die Oberfläche des festen Landes richten. Diese Oberfläche (§. 19) ist gleichsam mit verschiedenen Runzeln (Falten) bedeckt, die unter sich verschiedene Verhältnisse der Lage haben: einige von sehr beträchtlicher Ausdehnung und grossen Wellen-Formen, durchziehen die festen Länder im Ganzen, und bilden grofse Streifen oder erhabene Gegenden: dies sind jene verschiedenen Streifen, welche mannichfaltig zerschnitten und aus-

gefurcht, unsere Gebirgs - Ketten ausmachen. Um unsere Begriffe zu bestimmen, wollen wir unser altes Continent ohne Rücksicht auf Africa zum Beyspiel nehmen. Wir sehen es in seiner gröſsten Länge und fast von Ost nach West durch eine jener groſsen hohen Falten oder Streifen durchzogen: wir betrachten zuerst den in Europa eingeschlossenen Theil, welcher sich vom Ocean bis zum schwarzen Meere erstreckt. Sein Mittelpunct ist nach den Quellen des Rheins und des Inn zu: von hier aus fällt er, bis auf einige theilweise Erhöhungen, nach allen Richtungen ab; nach Norden fällt er gegen Holland und das baltische Meer; nach Osten gegen das schwarze Meer und nach Westen gegen das atlantische Meer ab. Alle diese Abhänge sind durch die Fluſsbetten in verschiedene Ketten zerschnitten, welche offenbar zu demselben System, nehmlich den Alpen gehören: sie vereinigen sich mittel- oder unmittelbar durch ihr Joch mit der Central - Gegend. So ist der Jura von Saussure (Sauss. §. 330) und den meisten Geographen, als von den Schweizer - Alpen abhängig, ferner die Vogesen zum Jura und die Ardennen zu den Vogesen gehörig, betrachtet worden: die Sevennen, welche gewissermaaſsen ein Stockwerk bilden, um sich zu den groſsen Alpen zu erheben, sind ihnen untergeordnet: einige Personen werden sogar sagen, daſs die Pyrenäen an den Sevennen und folglich an den Alpen hängen. Die Ketten-Reihe, welche die Donau im Norden begränzt, und ein besonderes System auszumachen scheint, hängt mit der Ketten - Reihe im Süden zusammen, welche durch die Gebirge Ober - Schwabens, in welchen jener Fluſs entspringt, das eigentliche Alpen - System bildet. Die Gegenden, Puncte oder Platten,

mit welchen sich also die verschiedenen Ketten eines Systems vereinigen, sind die Knoten des Systems: und die grofsen Thäler, welche von da ausgehen, die Ketten trennen, und in welchen gewöhnlich die Flüsse sich befinden, sind nicht mehr von derselben Ordnung, als die, welche die Ketten in Zweige zerschneiden, sie sind von einer höhern Ordnung, es sind Hauptthäler der Gegenden (regions): so würde in unserm Beyspiele das Thal der Donau von der ersten Ordnung und das Rhein- und Rhone-Thal von der zweyten Ordnung seyn.

Uebrigens können die Züge, welche vielleicht bey der Entstehung Ketten verbanden, sich verloren und vertilgt haben. Es scheint, dafs solches der Fall bey dem Jura ist, der sonst ohnfehlbar von den Alpen abhängig gewesen und jetzt fast ganz getrennt ist; er bildet gegen die Alpen hin eine isolirte Gruppe von sechs parallelen Zweigen oder Ketten-Gliedern, welche, an ihrem obern Ende und an Höhe abnehmend, sich wie Stockwerke verhalten, je nachdem sie von den Alpen entfernt sind. Ich bemerke hier, dafs, indem ich die unter den Gebirgs-Ketten bestehende oder bestandene Verbindung zeige, ich nicht sage, dafs sie alle unter sich wirklich verbunden sind.

Wenn wir von Europa nach Asien übergehen und dort dem hohen Bande (Streifen) folgen, so werden wir an selbigen, nach dem Himmalaya-Gebirgen hin, eine Erhebung, Ausbauchung gewahr, welche es über alle andere Puncte der Erdkugel bringt, und ihm auf dem Joch, wie man sagt, eine Breite von ohngefähr dreyhundert Mei-

len giebt [1]); welches man gemeiniglich das *grofse Plateau der Tartarei* nennt. Rings herum fällt das Gebirge stufenweise ab und zwar: nach Norden gegen das Eismeer, nach Osten gegen das chinesische Meer, nach Süden gegen das indische Meer, und nach Westen gegen das caspische Meer. Jene Abfälle, wenigstens die drey ersten, sind fast in der Richtung ihres gröfsten Gehänges durch Flüsse ausgefurcht, welche sich in vorbenannte Meere werfen, und die zwischen jenen Rinnen verbliebenen, durch Rinnen von der zweyten, dritten u. s. w. Ordnung zerschnittenen Massen, bilden gleichsam eben so viel grofse Ketten, welche sich am Plateau vereinigen, das wie ein grofser Knoten sie mit einander verbindet. Dies ist also ein einziges System, eine einzige Gebirgs-Masse, die gröfste, welche auf unserer Erde angetroffen wird: alle Ketten, welche sie darstellt, sind nur Theile eines Ganzen. Gleichwohl sind sie in so ungeheuren Entfernungen von einander, (denn von den Gebirgen von Hindosten bis zu den Ketten in Sibirien, zwischen dem Jenissei und der Lena, sind 1000 Meilen) dafs man

1) Hr. von Humboldt hat, indem er die zuletzt über jene Gegenden gemachten Beobachtungen zusammen nahm, diese Masse beträchtlich reducirt. Uebrigens betreffen sie unsern Gegenstand wenig; und selbst dann, wenn die angezeigten Ketten nicht geradezu am Plateau ausgingen, würden unsere Folgerungen noch dieselben bleiben. Anstatt dieses Beyspiels konnten wir ein anderes an der höchsten Gegend von America, dem Plateau de los Pastos nehmen, welches bey einer Höhe von 3000 Metres mehr als 85 Quadrat-Meilen enthält, und von wo aus, wie von einem grofsen Knoten, fünf verschiedene Ketten ausgehen.

Humboldt, Annales de physique et de chimie, tom. 3.

sie besonders betrachten und beschreiben mufste; man hat gewissermaafsen die Natur unsern schwachen Mitteln näher bringen müssen, und durch blofse Uebereinkunfts-Gründe haben wir oft Eintheilungen und Trennungen da festgestellt, wo wirklich keine waren.

Gränzen zwischen den verschiedenen Gebirgs-Ketten.

§. 28. Wir sagen überhaupt, eine Gebirgs-Kette wird getrennt:

1) durch zwischen inne liegende Meere; so ist das Ende der europäischen Alpen oder der Berg Haemus von dem Caucasus durch das schwarze Meer getrennt. Hier ist die Gränze natürlich; allein sie ist es nicht immer in unbedingter Strenge, denn es wäre wohl möglich, dafs ein Joch sich auf eine bestimmte Weise unter dem Wasser fortzöge. Buache hat vielleicht jene Verkettungen unter dem Meere zu allgemein genommen, wie wir bald sehen werden; allein es ist doch sehr wahrscheinlich, dafs sie bisweilen Statt finden.

2) durch Ebenen, zwischen den Enden oder Füfsen zweyer Ketten: so sind die norischen Alpen (die Tyroler Alpen) durch die Ebenen Baierns von dem Böhmerwalde und andern, Böhmen umgebenden Gebirgen, so die kleinen Gebirge der Bretagne durch die Ebenen der Beaux, der Ile de-france u. s. w. von den Vogesen und Ardennen getrennt.

3) durch *Hauptthäler*, welche ihren Ursprung im Knoten eines Gebirgs-Systems (§. 27) haben; so sind die Sevennen von den französischen Alpen durch das Rhone-Thal, die Vogesen von dem Schwarzwalde durch das Rhein-Thal getrennt.

4) durch zwischen inne liegende Hügel: auf diese Art sind die Vogesen von dem Jura, die Pyrenäen desgleichen von den Sevennen oder einem ihrer Anhänge, dem schwarzen Gebirge, (montagne Noire) getrennt, welches im Norden von Carcassonna liegt; die zwischen diesem Gebirge und dem Fufse der Pyrenäen liegenden Hügel, sind nicht höher, als 200 Metres über ihrem Fufse und 400 Metres über dem Meere; die Scheidungs-Linie wird der Canal von Languedoc, oder vielmehr die Thäler seyn, in welchen er geführt ist. Diejenigen, welche eine Vereinigung zwischen dem System der Alpen und der Pyrenäen annehmen, werden sie am Pafs (col) von Naurouse, dem Anfangs-Puncte des Canals finden, der nur 189 Metres über dem Meere ist.

5) durch ein Zerschneiden des Joches; es wird durch die Wasser-Ströme, welche die Kette in diesem Theile durchziehen, angedeutet. Man hat ein Beyspiel von diesem Falle an dem engen Durchgange, durch welchen die Rhone bey dem Fort der Eclure (Schleufse) den Jura von den französischen Alpen trennt. Noch ein anderes dieser Art hat man an dem engen Passe, durch welchen die Donau aus dem Bannat in die Wallachey geht, ein Pafs, der unter den Namen *Eisenpforten* (Portes de fer) bekannt ist und welcher die Gebirgs-Kette schliefst, die dieses Land von Transsylvanien trennt. Eine grofse Anzahl jener Einschnitte sind zufällig und erst nach der Bildung der Gebirge geschehen: sie theilen die Gebirge in der Mitte ihres Zuges und sind also nicht die natürlichsten Enden: auch bemerkt Saussure, dafs der auf dem linken Ufer der Rhone gelegene Mont-Vouache wirklich nur eine Fortsetzung des auf dem rechten Ufer gelegenen Jura ist.

Manchmal setzt man auch die plötzliche und anhaltende Veränderung in der Richtung des Joches unter die Kennzeichen, wodurch sich eine Kette von der andern unterscheidet. Die französischen Alpen, vom Montblanc bis zum mittelländischen Meere unterscheiden sich von den Alpen des Walliser-Landes durch eine solche Richtungs-Veränderung, ob sie sonst gleich eine zusammenhängende Masse bilden; aber die erstern richten sich von Nord nach Süd und die zweyten von West nach Ost, oder vielmehr von West-Süd-West nach Ost-Nord-Ost.

Ich wiederhole es: die Nothwendigkeit, die Gebirge verschiedener Länder durch verschiedene Benennungen zu unterscheiden und separat zu betrachten, hat uns veranlaſst, Gränzen so gut als möglich in der Natur selbst zu nehmen.

Allgemeine Richtung der Gebirgs-Ketten.

§. 29. Einige Geographen glaubten bemerkt zu haben, daſs die groſsen Ketten sich besonders nach einer mit dem Aequator parallelen Richtung hinneigten; andere dagegen haben angenommen, daſs sie mehr in der Richtung der Meridiane lägen. Buffon, der beyde Meinungen vereinigte, nahm an: daſs die Richtung der Gebirge im neuen Continent von Nord nach Süd und im alten Continent von Ost nach West gehe.

Allein es scheint mir, daſs diese Richtung eine ausgemacht richtigere und bestimmtere, von jeder Betrachtung über die Meridiane und Parallelen unabhängige, Thatsache darstellt. *Im Allgemeinen gehet die Richtung der Gebirgs-Ketten nach der*

Seite der gröſsten Ausdehnung der Inseln, Halbinseln oder Continente hin, welche sie einschlieſsen. Diese Thatsache, ich kann sagen, dieser Grundsatz scheint mir in der Natur der Dinge gegründet zu seyn. In der That erhebt sich der Boden der Erd-Massen, von den Ufern des Meeres aus, nach dem Innern des Landes zu stufenweise: in Folge dieses Umstandes hat man, da die Masse sich in die Länge ziehet, zwey groſse abhängige Flächen, welche sich am obern Theile in einer nach der Seite der gröſsten Länge gerichteten Linie, oder einem Joch vereinigen. Es ist wahr, die Erhöhung des Bodens kann an einer der beyden Seiten im Ganzen oder theilweise gröſser, als an der andern seyn, woraus sodann folgen würde, daſs ein Abfall mehr, als der andere geneigt wäre, und das Joch Biegungen und Krümmungen hätte; allein es wird immer im Ganzen mit der Länge der Insel parallel und unter übrigens gleichen Umständen um so länger seyn, als die Länge der Insel im Verhältniſs ihrer Breite, gröſser ist. Wenn die beyden Ausdehnungen gleich wären und folglich die Insel sich der Kreis - Form näherte, so würde die Gebirgs-Masse eine mehr oder weniger abgestumpfte Kegel-Gestalt haben und das Joch könnte nur ein Punct seyn. Diese Thatsache sieht man wirklich an einigen kleinen Inseln von wenig Ausdehnung, und welche gewissermaaſsen ein isolirtes Gebirge in den Meeren bilden.

Allein, die allgemeine Thatsache, daſs die Richtung der Ketten mit der Richtung der Erd-Masse, welche sie umfaſst, parallel ist, sieht man beständig auf der Oberfläche der festen Erde: so ist in der Halb - Insel Italiens das Joch der Apenninen mit den Meeres - Küsten ganz gleichlaufend;

so haben in der sich in die Länge ziehenden Gegend, welche den Boden Scandinaviens bildet, die längs der ganzen Gegend hingehenden Ketten des Dovre-field und Lang-field dieselbe Richtung als besagte Gegend: die Cordilleren der Anden stellen auf eine bemerkenswerthe Art denselben Parallelismus zwischen ihrem Joche und der Länge des neuen Continents dar. In dem alten Continent, ohne Rücksicht auf Africa, hat das allgemeine Gebirgs-System, das heifst: das grofse erhabene Band, von welchem wir oben geredet haben, gleiche Richtung mit dem Continent, und die Ketten, welche senkrecht oder schief gegen selbiges liegen, können als ungeheure Zweige oder Arme betrachtet werden, die es rechts und links ausgehen läfst.

Bassins und Seen in den Gebirgen.

§. 30. Ehe wir die Gebirge verlassen, müssen wir noch besonders die Bassins erwähnen, welche man dort so oft siehet, und wovon wir schon oben etwas gesagt haben. Verschiedene sind mit Wasser angefüllt und bilden Seen, deren Ueberflufs durch sehr enge Auswege und Einschnitte abläuft, und eine grofse Anzahl derjenigen, welche jetzt trocken sind, scheinen in frühern Zeiten angefüllt gewesen zu seyn.

Hauptsächlich finden sich jene Bassins und Seen am Fufse der Gebirgs-Ketten und gegen ihr Joch hin, das heifst: am höchsten Ende der Thäler ganz nahe an den Pässen.

Letztere Lage ist eben so häufig als merkwürdig. Auf den Alpen stellen die drey grofsen Uebergänge von Frankreich nach Italien: der Mont-

Cenis, der kleine Sct. Bernhardt und der grofse Sct. Bernhardt, fast an dem Puncte ihres Zusammentreffens, Seen dar, welche in dieser Höhe die Aufmerksamkeit des Reisenden auf sich ziehen müssen: der erste hat eine Länge von mehr als einer halben Meile und der letztere einen Umfang von 3 bis 4 tausend Metres; seine Tiefe ist unbekannt. Es giebt noch verschiedene andere in denselben Gebirgen in gleicher Höhe. Die nicht mit Wasser gefüllten Bassins sind auf den Alpen ebenfalls sehr zahlreich: ich führe nur dasjenige an, welches mir am meisten aufgefallen, und welches zugleich das beträchtlichste von denen ist, die ich in grofsen Höhen beobachtet habe; es ist in dem Lande von Aosta, an dem obern Ende des Val-Savarancha, fast auf dem Kamme der Gebirge, in 2400 Metres Höhe. Es ist eine kleine vollkommen einfache Ebene von ovaler Gestalt, welche zwey oder drey tausend Metres Länge und tausend Metres Breite hat, und von wenig beträchtlichen Höhen umgeben ist; es bildet eine schöne Weide, auf welcher verschiedene Käsehütten anzutreffen sind: man gelangt dahin durch einen engen und von zwey Felsen beschränkten Weg; alles beweifst, dafs diese grofse Wiese einstens der Grund eines Sees war, der seine Dämme durchbrach und dessen Gewässer durch jenen Durchgang abflossen.

In den Pyrenäen finden sich ähnliche Thatsachen: man siehet längs ihres ganzen Joches hin eine unzählige Reihe kleiner Seen, von wo die ersten Zuflüsse in die Flüsse und Ströme ausgehen, welche in diesen Gebirgen fliefsen; Hr. Ramond hat einen am Fufse des Gipfels vom Mont-Perdu in 2540 Metres Höhe bemerkt: der übrige Theil der Kette hat keinen mehr. Dieselbe Erscheinung wie-

derholt sich in den americanischen Anden: der See von Mica auf dem Plateau des Antisana ist 4000 Metres hoch; und jedermann weiſs, daſs Mexico in der Mitte eines Sees auf dem Joche der Cordilleren liegt.

Im Innern der Alpen sieht man bisweilen einige Seen, sogar von einer ziemlich beträchtlichen Gröſse, und in wenig hohen Lagen; allein am Fuſse dieser Gebirge in Höhen, die nicht 500 Metres übersteigen und nur bis 200 Metres sich senken, sind die gröſsten, wie der Constanzer, der Genfer-Comersee, der Lac-major oder Lago maggiore u. s. w. Die Gebirge scheinen damit umgeben zu seyn.

Jene Seen sind oft nur der Grund von viel beträchtlichern Bassins, welche sich bis zu einer grossen Höhe] mit Wasser füllen würden, wenn man den Durchgang verstopfte, durch welchen das Uebermaaſs abflieſst. Saussure, welcher in dieser Beziehung den Bassin betrachtet, in dessen Grunde sich der Genfer-See befindet, bemerkt, daſs die Rhone von da nur durch einen engen und tiefen runden Ausschnitt, den Schleusen-Durchgang zwischen den Vouache und den Jura, abflieſst; würde dieser Paſs verstopft, so würde das Thal einen unermeſslichen Bassin bilden, welcher seine Gewässer nur über den Mont-Sion ergieſsen könnte, der 272 Metres über dem jetzigen Niveau des Sees ist.

Wir haben schon bemerkt, daſs in den Thälern des Innern der Gebirgs-Ketten verschiedene Bassins oft unmittelbar nach einander vorkommen: diese Einrichtung wird in den groſsen Fluſs-Thälern weit vom Mittelpuncte der Gebirgsmassen angetroffen. So geht der Rhein nach seinem Ausflusse aus dem Bassin, in dessen Grunde sich der Constanzer-See befindet, in den bey Basel sich öff-

nenden Bassin, welcher Elsafs, Breisgau, Baden umfafst, und sich unterhalb Mainz bey Bingen schliefst; dort lassen die zusammengedrängten Gebirge nur einen einer Spalte ähnlichen Durchgang, in welchem der Flufs bis nach Bonn fliefst, wo die grofsen Ebenen, die er bewässert, anfangen, und in welchen er sich vertheilt, ehe er zum Meere gelangt. Der Lauf der Donau zeigt eine ähnliche Reihe von Bassins: dieser Flufs durchschneidet zuerst den Bassin, welcher Baiern einschliefst; er geht durch den engen Pafs bey Passau heraus, und in die aus Tyrol und Böhmen kommenden Gebirge; er gehet in den Bassin von Oesterreich, sodann nach und nach in die Bassins von Ungarn und dem Bannat über, von wo er bey Orsowa durch die Eisenpforten (Portes de fer) aus und in die Ebenen der Moldau und Wallachey geht, welche ihn bis zum schwarzen Meere führen.

Die grofsen Seen im nördlichen America sind auch eine Reihe, von dem Sct. Lorenz-Flusse durchschnittener Bassins.

Innere Meere, welche wir durch blofse Engen mit dem Ocean in Verbindung stehen sehen, haben allerdings einige Analogie mit der Reihe von Bassins, von welchen wir eben geredet haben: das azowische, das schwarze, das Marmor-, das mittelländische Meer, würden eine ähnliche Reihe seyn.

Einige Seen, die man in den Gebirgs-Ketten antrifft, stellen eine besondere Erscheinung dar, welche ich erwähnen will. In ihrem gewöhnlichen Zustande kommen die Gewässer durch verschiedene Zuflüsse daselbst an, erhalten sich bis zu einer gewissen Höhe, und ihr Ueberflufs geht durch unterirdische Gänge ab; allein plötzlich, und ohne sichtbare Ursache, sieht man sie verschwinden, und

den Bassin einige Zeit vertrocknen, worauf sie von Neuem wiederkommen. Ein solcher ist der berühmte Cirknitzer See in Kärnthen; drey, vier Jahre lang bleibt er voll und die Einwohner des Landes fischen darinnen; sodann treten die Gewässer zurück, die Einwohner bebauen den Grund und erhalten reiche Ernten, bis sie von den Gewässern daraus verjagt und genöthigt werden, von Neuem den Unterhalt auf der Oberfläche zu suchen. Zu bemerken ist, dafs jene Seen sich in Kalkgebirgen befinden und es sehr wahrscheinlich ist, dafs die Klüfte und Höhlen, welche in solchen Gebirgen sehr häufig sind, Veranlassung zu solchen Erscheinungen, entweder durch Verstopfung oder Oeffnung einiger ihrer Gänge, auch durch Einrichtungen gegeben haben, die, den Saugeröhren ähnlich, eine gänzliche Ausleerung bewirken, wenn die Gewässer ein gewisses Niveau erreicht haben, eine Erscheinung, welche dann von gleicher Beschaffenheit mit der bey nachlassenden Springbrunnen seyn würde.

Zweyte Abtheilung. Von den Hügeln.

§. 31. Die Hügel unterscheiden sich hauptsächlich von den Bergen durch ihre geringere Höhe, welche kaum 2 oder 300 Metres über ihrem Fufse übersteigt.

Das, was wir über die Gebirgs-Ketten und ihr gegenseitiges Verhalten gesagt haben, ist auch auf die Hügel-Ketten anzuwenden: wir bemerken jedoch, dafs diese weniger regelmäfsig und viel weniger ausgezeichnet, als jene, sind: ihre Richtung behält nicht dieselbe Beständigkeit, und im Allgemeinen kann man sagen, dafs die Hügel mehr

Gruppen als Ketten bilden, welche oft Räume von einer beträchtlichen Ausdehnung umfassen.

Vorzüglich ist dies mit den *niedrigen Hügeln* der Fall: ihre Gruppen erstrecken sich fast eben so sehr in die Breite, als Länge: man siehet daran nichts Beständiges in der Richtung: es findet dabey kein allgemeines Joch Statt; es ist gleichsam nur eine warzenförmige Oberfläche: es sind die letzten Wellen-Formen eines gebirgigten Landes, mit welchen sich selbiges in die Ebene verlieret.

Dritte Abtheilung. Von den Ebenen.

Gewöhnliche Ebenen.

§. 52. Die Ebenen stellen, wenn man dies Wort in einem ausgedehnten Sinne nimmt, nicht überall eine ebene Fläche dar; einige ihrer Theile sind mehr oder weniger wellenförmig; und wenn diese Wellen-Formen stark sind, so bilden sie Hügel und Anhöhen, die so beträchtlich sind, um dem Lande, wo sie sich befinden, ein leicht gebirgigtes Ansehen zu geben. Manchmal ziehen sie sich in große Entfernungen fort, und stellen also mitten in einem platten Lande Kämme von der Länge einiger Meilen dar, welche gewöhnlich einen Theil der Trennungs-Linie zwischen zwey Bassins angränzender Flüsse ausmachen.

Ferner nehmen die Ströme und Flüsse, welche die Ebenen durchschneiden, mehr oder weniger tiefe oder breite Betten oder Räume ein, welche den Fortgang der Ebenen unterbrechen. Sie bilden in ihrer Mitte gleichsam andere Ebenen von einem etwas geringern Niveau, als die ersten; sie haben gewöhnlich wenig Ausdehnung in die Breite und umschließen den engen Paß des Flusses, den

Flufsgrund gegen ihre Mitte. Diese Ebenen, diese Thäler der Ebenen, wenn man sich so ausdrücken kann, sind gewöhnlich die fruchtbarsten und bevölkertsten des Landes: auf ihrem Boden hauptsächlich werden Städte und Dörfer errichtet.

In den Thälern oder Pässen der Ströme laufen die Thäler der Flüsse aus; an diese schliefsen sich die kleinen Thäler (Gründe) der Bäche an; die steilen Ufer von beyden bilden Ausschnitte in Gestalt von Schluchten, welche sich in die Ebene oft verzweigend verlieren. Wenn diese verschiedenen Aushöhlungen (Thäler, Gründe, Schluchten), sich vermehren, so zerschneiden sie den Boden, machen ihn ungleich, warzenförmig und zuletzt ziemlich oft zu einem Hügellande, so wie man es in den Umgebungen von Paris siehet.

Hoch-Ebenen. Platten (Plateaux)

§. 33. Die eigentlichen Ebenen gehören meistens nur zu den niedrigen Gegenden (Niederungen) unsrer festen Länder, die wenigen, welche man in den Hochlanden antrifft, sind gewissermaassen nur breite Thäler, so wie z. B. in Baiern. Jedoch haben wir (§. 21 und 27) gesehen, dafs man auf sehr grofsen Höhen, auf dem Joche hoher Gebirgs-Ketten sogar, grofse ebene und horizontale Flächen findet, dies sind, streng genommen, allerdings Ebenen; allein, um mehr Genauigkeit in die Sprache zu bringen, bezeichnet man sie mit dem Namen Platten (Plateaux) und läfst den Namen: Ebenen, den am Fufse der Ketten oder in geringer Höhe gelegenen Gegenden.

Die Gewässer, welche diese Gegenden durchschneiden, erzeugen, sie zerstückelnd, nur Anhöhen,

Hügel oder höchstens kleine Berge, so wie solches in der Bretagne der Fall ist; während die Zerstükkelung der Platten wirkliche Berge verursacht. Hier vermindert die zerstörende Kraft der Gewässer, oder vielmehr irgend eine Ursache bey fortwährender Wirkung, immer mehr die Breite der Platten, und mufs am Ende Gebirgs - Gipfel und Joche bilden. Durch einen Zeitraum, welcher, es ist wahr, unsere Einbildungskraft übersteigt, werden am Ende die Thäler und Einschnitte, welche das grofse Central - Plateau Asiens umgeben, oder, um mit mehr Sachkenntnifs zu sprechen, das grofse und hohe Plateau de los Pastos im südlichen America, das immer mehr nach dem Innern desselben vorrückt, in Folge der zerstörenden Kraft der Elemente gänzlich zerstückelt werden, und seine letzten Spuren werden sodann die Gipfel der höchsten Berge des Landes seyn.

Zwischen den Ebenen der Niederungen und den hohen Gebirgs - Platten giebt es noch gewisse Zwischen - Flächen, deren Zerstückelung Unebenheiten des Bodens verursachen, welche zu bezeichnen wichtig ist.

Man stelle sich einen Boden unter der Gestalt einer geneigten ebenen Fläche vor, in welcher sich von Weite zu Weite Rinnen erzeugen; derjenige, welcher diese Fläche in ihren Theilen quer durchwandern und genöthigt seyn würde, Thäler von einigen hundert Metres Tiefe hinab und wieder aufzusteigen, würde sie ohne Zweifel sehr uneben finden, und doch würde er keine Berge, das heifst, Theile sehen, welche über die allgemeine Ebene der Oberfläche sehr hervorstünden; denn da die Thäler und Gründe nur weit von einander liegen, so würde ihr Volumen im Vergleich mit dem

in seiner ursprünglichen Höhe verbliebenen Gebirge wenig beträchtlich seyn: die Unebenheiten des Bodens würden keinesweges Erhöhungen des Gebirges, sondern Vertiefungen seyn. Dies ist ziemlich der Fall mit dem Theile von Frankreich zwischen der Loire, der Garonne und der Rhone. Vom Ocean aus erhebt sich diese Gegend ziemlich stufenweise nach Ost-Süd-Ost bis zum Joche der Sevennen in der Ardèche und der Lozère, wo sie eine Höhe von beynahe 1500 Metres erreicht: ihr Central-Theil, welcher Limosin, Quercy, Auvergne und Rouergue begreift, hat, ob er gleich sehr zerstückelt ist, aufser den vulcanischen Producten und Bergen, keine Gebirge: und doch ist man dort bisweilen in einer Höhe von beynahe 1000 Metres und durchschneidet Thäler von drey, vier und fünf Hundert Metres Tiefe.

Bassins (Mulden), Flüsse.

§. 34. Ehe wir mit dem schliefsen, was auf die auf den festen Ländern befindlichen Unebenheiten Bezug hat, wollen wir uns noch einen Augenblick bey einer Betrachtung aufhalten, zu welcher diese Unebenheiten Gelegenheit geben, und woraus die Geographie, bey Bestimmung der Gränzen verschiedener Länder, grofsen Nutzen ziehen kann.

Die Oberfläche der festen Länder ist von einer grofsen Anzahl Ströme ausgefurcht; jeder Strom nimmt die Gewässer auf, welche in einer gewissen Ausdehnung des Landes oder in einem gewissen Bezirke, wovon er den niedrigsten Theil einnimmt, fallen und fliefsen, und der Punct, wo er sich ins Meer ergiefst, ist der tiefste Punct.

Je weiter das Gebirge von der Mündung und den Ufern des Stromes entfernt ist, desto mehr erhebt es sich stufenweise, indem es an den Flüssen und Bächen, welche die Gewässer in den Strom führen, bis zu den höchsten Quellen ansteigt und endlich das Joch der Gebirgs-Abfälle, Hügel und Länder, auf welche die Gewässer gefallen sind, erreicht. Jenseits jener Joche fällt das Gebirge ab, und die Gewässer, welche auf den andern Abhängen fliefsen, begeben sich nach andern Strömen und gehören zu andern Bezirken; so dafs der Bezirk eines Stromes von den Bezirken der benachbarten Ströme, von einer Reihe Joche und gleichsam einem Kranze von Gebirgen, Hügeln und Kämmen umgeben und getrennt ist: dies ist ein wahrer Bassin.

Da ein Strom von Flüssen unterhalten wird, wovon jeder die Gewässer eines besondern Bezirkes erhält, so theilt sich sein Bassin in *Flufs-Bassins* (bassins de rivieres).

Ein auf diese Weise in Strom- und Flufs-Bassins eingetheiltes Land würde die natürlichste Eintheilung darstellen. Philipp Buache ist der erste, welcher sie bey der Geographie eingeführt hat: nachdem er seine Grundsätze über diesen Gegenstand festgestellt und entwickelt hatte [1]), machte er die Anwendung davon auf Frankreich und lieferte die Charte von diesem Königreich, das er in fünf grofse Bassins getheilt hatte, nämlich: vom Rheine, der Seine, der Loire, der Garonne und des Rhone-Flusses: er gab sodann einige Zeit nachher eine Charte von dem Bassin der Seine in ihre

1) Mem. de l'academ. 1752.

Fluſs-Baſsins getheilt, heraus. Dieses Beyspiel ist von verschiedenen Geographen befolgt worden. Aehnliche, mit der nöthigen Sorgfalt und Genauigkeit entworfene, Charten würden für die physische Geographie und selbst für die politische, von grossem Nutzen seyn.

Betrachtungen über die Darstellung der Unebenheiten einer Gegend auf den Charten.

Man kann alles miſsbrauchen; und Buache's Grundsätze sind ebenfalls von einigen Personen übertrieben und eine Ursache zu Irrthümern in der Geographie geworden. Weil die Wasser-Züge durch Joche getrennt sind, und die Joche der groſsen Ketten gewöhnliche groſse Strom-Bassins scheiden, so haben einige Geographen bey Verfertigung ihrer Charten so verfahren, als wenn zwischen zwey Flüssen immer eine Gebirgs-Kette, und diese um so beträchtlicher seyn müſste, je gröſser der Wasserzug wäre: diesem vermeintlichen Grundsatze gemäſs haben sie die Sand-Gegenden Brandenburgs, und die Ebenen von Beaux, zwischen Paris und Orleans u. s. w. [1]) mit Bergen bedeckt; gleichsam, als wenn Flüsse, und sogar groſse Ströme, in der That nicht oft genug in einem Theile ihres Zuges durch Joche von nur einigen Metres Höhe getrennt seyn könnten: die Meuse und der Rhein in Holland geben davon ein Beyspiel.

Die Betrachtung des Gewässer-Laufes bey der Ansicht einer Charte kann wohl die gegenseitige Erhöhung zweyer Puncte erkennen lehren, das heiſst angeben: wie viel der eine höher als der andere liegt; allein sie kann uns nicht über ihre absolute Höhe und noch weniger über die Höhe der nicht auf jenen Wasserzügen gelegenen Puncte unterrichten. Folglich können alle Charten, welche in den Cabinetten, nach An-

1) Man sehe den Atlas de l'Encyclopedie méthodique.

leitung dieser Art gemacht worden, nur einen falschen Begriff vom Boden und seinen Unebenheiten geben: diese sind zu wenig Regeln unterworfen und letztere hängen selbst von zu viel Ausnahmen ab, als daſs ihre Kenntniſs je anders als durch unmittelbare Beobachtung erlangt werden könnte.

Ich bemerke, daſs die geographischen Charten nach einem Maaſsstabe von weniger als $\frac{1}{200000}$, jene Unebenheiten nicht mit Genauigkeit darstellen können; die Gebirge, welche man darauf angiebt, zeigen nur an, daſs solche Unebenheiten dasind; allein sie lassen nicht die wahre Lage und Verzweigung ihrer Theile erkennen. Diese Kenntniſs läſst sich nur durch Charten geben, die nach einem gröſsern Maaſsstabe entworfen worden, das heiſst: durch topographische Charten. Zu dem Ende müssen sie genau die Gebirgs-Joche, Hügel und Gehänge mit allen ihren Verzweigungen darstellen.

Abhänge von Entfernung zu Entfernung auf jene Joche sowohl, als auf die Zwischen-Thalwege und hervorspringenden Puncte der Gegend gesetzt, werden die absolute Höhe erkennen lassen. Es giebt allerdings ein schicklicheres Mittel, die Gestalt einer Gegend auf einer bloſsen Ebene darzustellen und deren Umrisse und Erhabenheit auszudrücken; dies geschiehet, indem man den Entwurf der Durchschnittspuncte dieser Gegend durch eine Reihe horizontaler und gleichweiter Ebenen von einer, zehn oder höchstens funfzig Metres Entfernung von einander, nach der Gröſse des Maaſsstabes des Plans und dem Gegenstande angemessen, zu welchem man ihn bestimmt, zeichnet. Allein so vollkommen auch diese Art ist, so kann sie, da sie viel Zeit und Arbeit erfordert, doch nur für Gegenden von einer mäſsigen Ausdehnung und für einen besonders nützlichen Gegenstand, wie z. B. bey Anlegung eines Canals gebraucht werden: allein für eine groſse Gegend mit bloſsen Annäherungen oder mit Hülfe einiger von Weite zu Weite aufgenommener Stücken, von jener Methode Gebrauch zu machen, hieſse die wissenschaftliche Anstalt und den Schein der Genauigkeit dazu anwenden: den Irrthümern zu opfern oder selbige zu beglaubigen; wodurch den Fortschritten unserer Kenntnisse mehr geschadet als genützt würde.

Anmerkung des Uebers. Ob der Hr. Verfasser mit der Lehmann'schen Lehre der Situations-Zeichnung, wovon zu Ende vorigen Jahres die 3te Auflage bey Arnold in Dresden erschien, bekannt ist, läſst sich aus obigen Bemerkungen nicht genau abnehmen. Dem sey nun aber, wie ihm wolle, die Anwendung dieser Lehre bey Entwerfung petrographischer oder geognostischer Charten, die ohnedies nicht groſse Erd-Theile umfassen, dürfte wegen ihrer Vorzüge vor allen andern von groſsem Nutzen seyn, wie besonders ein vorzüglicher Geognost: von Raumer, in seinen geognostischen Fragmenten dargethan hat.

Zweyter Abschnitt.

Von den Unebenheiten des Meergrundes.

Allgemeine Beobachtungen.

§. 35. Der Grund oder das Bette des Meeres ist nur die Fortsetzung der Oberfläche der Continente unter dem Niveau der Gewässer; da derselbe von gleicher Beschaffenheit als jene Oberfläche ist, so muſs er auch ähnliche Unebenheiten haben. Allein da der Meeres-Grund vor unsern Augen verborgen ist und wir nur durch Sonden oder die Felsen und Bänke, welche sich über das Wasser erheben, von seinen Formen urtheilen, so können unsere Kenntnisse in dieser Hinsicht nur sehr unvollkommen seyn: sie können sich auch nur auf Theile von geringer Tiefe erstrecken, denn die Sonde hat noch nicht mehr als zweytausend Metres Tiefe erreicht. Nach dem, was wir in den vorhergehenden Abtheilungen gesagt haben, kann man schlieſsen, daſs die Unebenheiten um so weniger zahlreich sind, je weniger die Gegend, wo sie an-

getroffen werden, erhaben ist; und dies kann uns zu dem Gedanken führen, das der Meeresgrund im Allgemeinen viel weniger ungleich ist, als die Oberfläche der festen Länder.

Im Allgemeinen nimmt das Bette des Meeres an Tiefe zu, jemehr man sich von den Küsten entfernt; und diese Tiefe ist ziemlich gewöhnlich im Verhältniſs mit der Höhe des anliegenden Ufers: ist das Ufer niedrig und platt, so wird es auch das Bette des Meeres seyn, wie man solches an den Küsten von Holland bemerkt: ist es im Gegentheil erhaben, durch steile Gestade gebildet, wie an den Küsten der Bretagne, so wird das Meer tief seyn: diese Tiefe wird beträchtlich seyn, wenn die Gestade wirkliche Berge sind, wie solches in Griechenland Statt findet,

Im Allgemeinen, sagt der berühmte Reisende Dampier, *so wie der Grund über dem Wasser erscheint, so ist der, welchen das Wasser bedeckt* [1].

Gebirgs-Ketten im Meere.

§. 36. Die Inseln, so wie die Klippen, sind die obern Theile der Hochlande und Gebirge im Meere: da wir sie gruppenweise, wie in den Archipeln, vereinigt, oder gewissen Richtungen, wie in den kleinen Antillen, den Maldiven, den Mariannen u. s. w. folgen sehen, so sind wir berechtigt, zu schlieſsen, daſs in dem Meeres-Grunde einige Gebirgs-Gruppen und Ketten vorhanden sind.

Philipp Buache hat aus dieser Beobachtung sinnreiche, aber zu ausgedehnte Folgerungen gezogen. Er bemerkte,

1) Man sehe die desfallsigen nähern Umstände in der Histoire naturelle de Buffon, Tom I, p. 442 und folgende.

oder glaubte zu bemerken, daſs die bekannten Meer-Gebirgs-Ketten, die niedrigen Gründe, die Klippen u. s. w. sich in der Richtung der Land-Gebirgs-Ketten befänden, so daſs es ihm vorkam, als verlängerten sich diese Ketten unter dem Niveau der Gewässer und erhüben sich sodann auf den entgegengesetzten Continenten. Diesemnach schien es ihm, daſs, ohne Rücksicht auf das Wasser, welches die Erdkugel bedeckt, die Oberfläche derselben in groſse Bassins getheilt, mit hervorstehenden, letztere von einander trennenden, Ketten und Kämmen umgeben und die niedrigsten Bassins oder ihre niedrigsten Theile unter dem Niveau des Meeres wären. Er lieferte eine Erd-Charte, auf welcher alle jene Bassins und folglich auch die Meer-Gebirgs-Ketten gezeichnet waren. Der Grundsatz, welcher ihm als Basis diente, war, wie wir gesehen haben, nicht ganz ohne Grundlage; allein ein Theil der gegebenen Stücke, nach welchen er seine Arbeit machte, waren blos hypothetisch, oder wenigstens von sehr schwachen Analogien abgeleitet.

Felsen und Inseln, die durch Zoophyten entstanden sind.

§. 37. Wenn man von den Unebenheiten spricht, welche der Meeresgrund darstellt, muſs man nicht jene Haufen und Forste von Corallen, Madreporen, und andere Zoophyten vergessen, welche in der Aequatorial-Zone des stillen Meeres so häufig sind: sie bilden dort eine Menge Inseln und die zahlreichen Riffe und Klippen, welche dieses Meer den Schiffern so gefährlich machen. Der gröſste Theil jener unzähligen Menge von kleinen Inseln, welche, Archipel bildend, sich von Westen nach Osten, von den Sundischen Inseln bis in die americanischen Meere erstrecken, sind im Ganzen oder theilweise nur das Werk jener schwachen

Thiere [1]): fast alle Inseln des Südmeeres rühren von ihnen her, sagt der Naturforscher Forster, einer von Cooks Reisegefährten. Ein Theil des Bodens von Neu-Holland verdankt ihnen ebenfalls seine Entstehung: Vancouver erzählt, daſs im Süden dieses Landes die Erde fast ganz aus Corallen besteht; der Gipfel eines der höchsten Berge stellt, seinem Berichte nach, ein Plateau dar, dessen Boden aus weiſsem Sande besteht; von da, sagt er, gehen Corallen-Zweige aus, die denjenigen auf der Oberfläche des Meeres genau ähnlich sind, und ihre Dicke schwankt zwischen einer Linie bis ein oder zwey Zoll und ihre Höhe, über dem Boden, beträgt mehr als drey Fuſs. Uebrigens umgeben die Producte jener Microscopthierchen die Inseln und Länder dieses Welttheiles, gleichsam wie eine Verschanzung von Riffen und verwehren den Schiffern den Zugang: ihre Arbeit nimmt täglich zu und erhöhet immer mehr den Grund gewisser Rheden. Oft sind es, nach der Billardière, ungeheure Mauern oder Säulen, welche die fast unbemerkbaren Wesen vom Grunde des Meeres an bis zur Oberfläche errichtet und wovon einige mehr als zwey Hundert Metres Höhe haben.

Diese auſserordentlichen und andere noch beträchtlichern, durch eine scheinbar so schwache Ursache hervorgebrachten Wirkungen, müssen wohl unser Vorstellungs-Vermögen in Verwunderung setzen und unsere Urtheile beschämen. Nachdem Peron berichtet hatte, daſs ein ganzer Theil der Insel Timor sowohl, als die hohen Berge, welche er zu beobachten Gelegenheit hatte, ein Product

1) Mem. de Péron. Journal de phys. Tom. 59.

der Zoophyten ist, bemerkt er, daſs man sogar an den Ufern der Insel jene kleine Wesen beobachten kann, wie sie ihr ungeheures Werk erheben. An der Seite von Osopa kann man bey niedrigem Meere mehr als dreyviertel Meilen an dem von den Fluthen verlassenen Ufer fortgehen.

„Dort ist es, sagt Péron, wo man mit Erstau-„nen und Bewunderung nach Gefallen das bewun-„dernswürdige Schauspiel jener Tausende von Mi-„croscopthierchen genieſsen kann, die unaufhörlich „mit der Bildung der Felsen, auf denen man fort-„schreitet, beschäftigt sind; und wenn der mit ei-„nem starken Vergröſserungs-Glase versehene Beob-„achter jene so schwachen Wesen betrachtet hat, „so kann er kaum begreifen, wie die Natur durch „scheinbar so schwache Mittel, von dem Meeres-„Grunde aus, diese weiten Gebirgs-Plateau's er-„heben können, welche sich auf der Oberfläche der „Insel verlängern, und fast ihre ganze Masse zu „bilden scheinen."

Viertes Capitel.

Von den Kräften, welche eine Wirkung auf die Oberfläche der Erde äussern und den von dieser Wirkung hervorgebrachten Umwälzungen oder Veränderungen.

Die Gestalt der Unebenheiten, welche uns so eben die Oberfläche der Erde dargestellt hat, so wie das zerrissene und zerstückelte Ansehen, das sie von allen Seiten zeigt, reicht hin, um uns zu

überzeugen, daſs sie nicht mehr so ist, wie sie gebildet worden, und daſs sie groſse Veränderungen und Umwälzungen erlitten hat. Die Untersuchung derselben und der Kräfte, welche jene Veränderungen erzeugt haben, sollen der doppelte Gegenstand dieses Capitels seyn.

Erster Abschnitt.

Von den Kräften und der Beschaffenheit ihrer Wirkung.

Eine aufmerksame Beobachtung der vor unsern Augen sich zutragenden Erscheinungen zeigt uns, daſs die Veränderungen und Umwälzungen auf der Erd-Oberfläche noch fortdauern, und also die Kräfte, welche sie hervorbringen, wenigstens theilweise, noch dieselben sind, als die, welche die frühern erzeugten. Unter jenen Kräften sind einige, die, da sie ihren Aufenthalt in Beziehung auf die feste Masse der Erdkugel äuſserlich haben, selbige an ihrer Oberfläche angreifen; die andern, welche sie in ihrem Schooſse verbirgt, wirken, so zu sagen, von unten nach oben auf ihre Rinde. Die erstern können nur die Hülle wasser- und luftförmiger Flüssigkeiten seyn, welche die Erde umgiebt, und eine beständige Wirkung auf ihre Oberfläche äuſsert: die andern sind die vulcanischen Feuer und Erderschütterungen; dies sind wenigstens die einzigen, deren Wirkung sich auf der Oberfläche merklich gemacht hat; was diejenigen betrift, welche tiefer nach dem Mittelpuncte der Erde zu vielleicht die Rinde durchgraben, so haben wir schlechterdings kein Mittel, uns selbst von ihrem Daseyn zu versichern. Diese Unterschei-

dung von äufserlichen und innerlichen Kräften wird natürlich den Abschnitt in zwey Abtheilungen theilen.

Erste Abtheilung. Aeufsere Kräfte.

Diese Kräfte sind die Atmosphäre und das Wasser. Wir haben ihr Wesen und die Art ihres Daseyns auf der Erd-Oberfläche in dem zweyten Capitel dieses Werkes kennen gelernt: wir wollen nun hier von der Beschaffenheit ihrer Wirkungen handeln und vorzüglich wollen wir uns bey dem Wasser verweilen, da die Wirkungen desselben die beträchtlichsten sind.

1) Wirkung der Atmosphäre.

Wir begreifen hier unter den atmosphärischen Flüssigkeiten, aufser der gewöhnlichen Luft, die Wärme und die electrische Flüssigkeit.

Wirkung der Luft auf die Erd-Oberfläche.

§. 38. Die Luft übt eine directe chemische Wirkung auf gewisse mineralische Substanzen aus, entweder, indem sie selbigen einen Theil ihrer Grundstoffe entführt, oder ihnen einen Theil ihres Sauerstoffes abgiebt: durch jene Wirkungen macht sie ihr Gefüge mürbe, zerstört selbiges und trägt also zu ihrer Umwandlung und Zerlegung bey; allein da sie bey dieser Operation durch das dunstförmige Wasser kräftig unterstützt wird, so verweisen wir deshalb auf die folgende sich darauf beziehende Abtheilung.

Was ihre mechanische Wirkung auf die Gesteine betrifft, die sie durch den Stoſs ausübt, wenn sie in Gestalt des Windes in Bewegung ist, so ist selbige wenig beträchtlich und scheint sich nur darauf zu beschränken, die durch die Auflösung an der Oberfläche der Gesteine abgetrennten sehr lokkern Theilchen zu erheben und fortzuführen, und den Herabsturz einiger schon erschütterter Felsen zu veranlassen.

Auf die aufgeschwemmten, und hauptsächlich auf die Sand-Länder, äuſsert die bewegte Luft ihre vorzüglichsten Wirkungen. Nach den einstimmigen Erzählungen der Reisenden, welche die Wüsten von Africa und Arabien durchwandert haben, erheben dort die Winde Sandwolken, führen sie in die Ferne, häufen sie an, und bilden Berge. Die Geschichte der Academie (1722) erwähnt einer groſsen Sand-Masse von 6 bis 7 Metres Höhe, welche im Jahr 1666 einen in der Nähe von St. Paul-de Léon in der Bretagne gelegenen Canton bedeckte und dieses Land überschwemmte, wenn man hier diesen Ausdruck brauchen kann; sechs und funfzig Jahre nachher war diese Masse sechs Meilen in das Innere der Länder vorgerückt, und man wurde kaum noch einige Thurmspitzen des überschwemmten Landes gewahr. Die Winde sind es auch, welche an den Ufern des Meeres an verschiedenen Orten jene Gürtel von Sandhügeln oder Dünen erheben, wovon wir in dem zweyten Theile dieses Werkes sprechen werden, welche sie gegen das Innere der Länder treiben und also auf einigen Punkten der Erde die Gränzen des Meeres fortschieben.

Die Entfernung, in welche die Luft-Ströme die Sand- und Staub-Massen fortzuführen vermö-

gen, ist wirklich bewundernswürdig. Schiffer sind zehn bis zwölf Meilen weit im Meere durch Sandregen überfallen worden [1]).

Bey den Ausbrüchen des Aetna und des Vesuvs ist die vulcanische Asche und die kleinen Lava-Theile bis an die Küsten Lybiens und sogar Kleinasiens zweyhundert Meilen weit geführt worden.

Die Winde können auch, indem sie die Wolken an gewissen Orten aufhäufen, Stürme und Gewitter hervorbringen, die Wellen empor heben, auf eine indirecte Weise einige Wirkungen auf der Erd-Oberfläche erzeugen, wie wir solches in der Folge dieses Capitels anführen werden.

Wirkung der Wärme.

§. 39. Die Wärme der Atmosphäre oder die, welche auf der Erd-Oberfläche fühlbar ist, scheint geradezu nur eine sehr schwache Wirkung auf die Gesteine auszuüben, sie beschränkt sich darauf: durch den Wechsel der Zusammenziehung und Ausdehnung, welche ihre gröfsere oder geringere Spannkraft erzeugt, die Zerstörung dieser Gesteine zu beschleunigen: und doch ist diese Wirkung sehr gering: vielleicht ist sie fast Null; wir kennen noch keine gehörig bestätigte Thatsache, welche sie ganz ausser Zweifel setzt. Allein mittelbar und gleichsam wie eine der grofsen Agentien chemischer Zersetzungen, kann die Wärme eine wesentliche Wirkung auf die Oberfläche der Erdkugel äufsern; indem sie die auflösende Kraft der verschiedenen in der Atmosphäre verbreiteten Scheidesäfte vermehrt oder be-

1) Histoire de l'académie, 1719.

günstigt, trägt sie zur Umwandlung der mineralischen Massen bey.

Wirkung des Blitzes.

§. 40. Unter den Wirkungen, welche die electrische Flüssigkeit auf die feste Erdrinde ausüben kann, giebt es nur eine einzige uns bekannte, die sehr schwach ist: es ist diejenige, wenn der Blitz in den Gipfel eines Berges schlägt. Dabey hat man manchmal den Einsturz von Felsen veranlassen, selbige spalten oder Spuren von Schmelzung auf ihrer Oberfläche zurück lassen sehen. Saussure hat auf dem Gipfel des Montblanc Massen von Hornblendschiefer mit hell- und dunkelgrünen Glas-Blasen gefunden. An einem Senit-Block fand er ähnliche Blasen, welche beym Feldspath weifs und bey der Hornblende schwarz waren; und nach den Beobachtungen dieses Mineralogen konnten sowohl die einen, als die andern, nur das Erzeugnifs einer durch den Blitz bewirkten Schmelzung seyn: er bemerkte, dafs dergleichen Blasen sich nur auf der Oberfläche und nicht im Innern befanden. Die Hrn. Ramond und von Humboldt haben, und zwar der eine in den Pyrenäen, der andere in America, Felsen beobachtet, auf welche der Blitz ähnliche Spuren von Schmelzung eingedrückt hatte.

2) Wirkung des Wassers.

Das Wasser auf der Erd-Oberfläche wird von verschiedenen Kräften bewegt, (§§. 12 und 16): indem solches immer auf der festen Erde und den Felsen läuft, dringt es in sie ein, beschädigt sie, reifst Theilchen davon los, und bringt sie an andere Orte, wo es neue Gebirge und Gebirgs-Mas-

sen bildet: so, dafs eine Zerstörung an einem Orte mit einem Erzeugnifs an einem andern Orte begleitet ist. Wir wollen die Wirkung jener Flüssigkeit unter diesem doppelten Gesichtspunkte betrachten.

a. Zerstörende Wirkung des Wassers.

Das Wasser übt seine zerstörende Kraft auf die Erd - Oberfläche bald *mechanisch*, bald *chemisch* aus. Es übt sie mechanisch aus, wenn es die Theile des Bodens, über welchen es fliefst, losreifst und fortführt, oder die Dämme des Behälters, worinne es sich befindet, durchweicht, wenn es sich in die Gebirgs - Massen einziehet, dadurch das Gewicht derselben vermehrt, und also ihren Einsturz begünstigt; wenn es vom Froste ergriffen, die Felsen sprengt, die es durchdrungen hatte. Chemisch wirkt das Wasser, wenn es gewisse mineralische Substanzen auflöfst, durch welche es sickert; wenn es, in Dunstgestalt in der Atmosphäre verbreitet, zur Auflösung der Gesteine, die seiner Wirkung ausgesetzt sind, mit beyträgt.

Mechanische Wirkung.

Das Wasser befindet sich auf der Erd - Oberfläche auf vier verschiedene Arten.:

1) als *wildes Wasser*, wenn es auf dieser Oberfläche, unmittelbar, nachdem es aus der Atmosphäre gefallen ist, fortfliefst, ohne in einem Bette enthalten zu seyn;
2) in der Gestalt eines regelmäfsigen Laufes, als Bach, Flufs oder Strom;
3) in den Seen;
4) im Meere.

Wir wollen die zerstörenden Wirkungen, welche es durch seine Bewegung in seinen vier Gestalten hervorzubringen vermag, untersuchen.

Wilde Gewässer.

§. 41. Wenn das Wasser in geringer Menge auf die Erde fällt, so sickert es durch die ersten Schichten hindurch und nährt die Quellen: bey dieser Bewegung kann es keine sehr merkliche Wirkung hervorbringen; allein anders ist es bey starken Regen, Gewittern und Platzregen oder beym schnellen Schmelzen des Schnees; da siehet man die Gewässer von allen Seiten auf dem Erdreich zusammenlaufen, welches sie aufgenommen hat, den fruchtbaren Boden, die lockere Erde und die zerstückelte Oberfläche der Felsen mit fortreifsen. Ein einziges Gewitter hat manchmal hingereicht, eine ganze Gegend zu verwüsten, ein Gebirge zu entblöfsen und dessen Rücken, der einige Stunden vorher noch mit Gewächsen bedeckt war, zu berauben. Die Abhandlungen (Memoires) der Academie zu Stockholm (1747) berichten, dafs 1740 ein Gewitterregen, welcher 8 Stunden dauerte, so stark war, dafs er mehrere Hügel von Wermeland auflöfste und mit fortschwemmte; ein hoher Berg: die Lidscheera genannt, spaltete an verschiedenen Orten, stürzte zusammen, und seine durch die Gewässer fortgeführten Bruchstücke bedeckten die benachbarten Felder. Die wilden Gewässer höhlen bey ihrer Vereinigung in Gestalt von Regenbächen, (Fluthen) in den Krümmungen des Bodens, häufig tiefe Rinnen aus; sie bilden oder erweitern Schluchten, unterwühlen die Grundlage, auf welcher ungeheure Felsen ruhen, veranlassen den Einsturz, reifsen Steine von beträchtlichem Umfange und so-

gar grofse Quaderstücke mit fort. Bouguer sahe in Peru, bey einem Ausbruche des Cotopaxi, eine durch das schnelle Schmelzen des Schnees, der den Gipfel dieses Vulcans bedeckte, entstandene Fluth schreckliche Verwüstungen verursachen, ob dieselbe schon nur die Gegend durchschnitt, auf welcher sie flofs. An Orten, wo sie nicht länger als eine Minute verweilte, „waren sehr schwere Steine, von „mehr als 10 bis 12 Fufs Durchmesser, die sie weg „und in eine Entfernung von 14 oder 15 Toisen „auf eine *fast horizontale* Ebene führte [1])."

Gewässer in fliefsender Gestalt.

§. 42. Die Ströme, Flüsse, und mit einem Worte, die fliefsenden Gewässer, üben eine beständige Wirkung auf das Bette und die Ufer aus, welche sie enthalten: sie streben unaufhörlich den Theil, welchen sie berühren, abzulösen und mit fortzuführen: sie bewirken solches mit desto gröfserer Leichtigkeit, je beträchtlicher ihre Masse ist, und je weniger die Ufer und der Grund ihres Bettes Widerstand leistet.

Wirkung des fliefsenden Wassers auf die Gesteine.

Wenn ein Flufs in Felsen fliefst, so ist seine Wirkung in einem kurzen Zeitraume weniger bemerkbar, aber sie geschiehet doch wirklich. Welcher Beobachter, der dem Laufe eines Flusses oder auch nur eines zwischen Felsen eingeengten Baches folgte, hat an einigen Orten nicht bemerkt: dafs der dem Stofse des Wassers am häufigsten ausge-

1) Bouguer, de la figure de la terre, p. lxix.

setzte Theil des Felsens weggewaschen, abgerundet und gleichsam unterteuft worden? Ich habe mitten in dem Bette des Rheines, an dem berühmten Wasser-Fall bey Schafhausen, zwey isolirte Felsen bemerkt, die sich am Ufer des Abgrundes erheben, welchen das Wasser überstürzt; der zwischen ihnen eingeengte Strom unterwäscht das untere Ende, welches also dünner, als das obere, ist, und in kurzer Zeit werden sie zusammenstürzen. Die Veränderung des Bettes einiger Flüsse, das Verschwinden einiger anderer in unterirdischen Höhlen, sind Wirkungen von derselben Ursache; jene Höhlen werden von Tage zu Tage tiefer, sagt Saussure (§. 409) indem er von dem Verschwinden der Rhone spricht. Die Wirkung der Ströme auf die Felsen, geht sogar so weit, daſs dadurch Felsen-Wände durchbrochen wurden, welche ihnen den Weg versperrten und ihrem jetzigen Laufe ein ewiges Hinderniſs entgegen zu setzen schienen.

Ein Beyspiel dieser Thatsache hat man an dem Tarn, zwey Meilen von Alby im Saut du Sabot: der Fluſs scheint dort von einer Masse sehr quarzreichen Glimmerschiefers, der sich über das Niveau der Gewässer erhebt, gleichsam wie gesperrt zu seyn: in der Mitte hat sich der Tarn einen Durchgang ausgehölt, der einer Spalte von mehr als zweyhundert Metres Länge, achtzehn Metres Tiefe bis zum Niveau des Wassers und von 6 bis 7 Metres Breite bey diesem Niveau, ähnlich ist; seine Wände stehen fast senkrecht, sie tragen vorzüglich an ihrem innern Theile unzweydeutige Spuren des Durchwaschens der Gewässer; es giebt abgerundete wellenartige und zerwaschene Stellen an den mildesten Theilen. Ich habe auch noch ein schönes Beyspiel derselben Thatsache in dem Thal der Ar-

deche gesehen: vier Meilen über dem Puncte, wo dieser Flufs in die Rhone fällt, haben sich die Gewässer am untern Theile eines Kalkstein-Dammes, welcher das Thal querdurch sperrt, und ohngefähr 70 Metres Höhe und 30 Metres Dicke hat, einen Durchgang geöffnet, der das Ansehen einer Brücke mit einem Bogen von 30 Metres Höhe und 50 Metres Breite hat [1]).

Einen ähnlichen Durchgang giebt es in Virginien, die Natural-bridge (natürliche Brükke); er hat 50 Metres Höhe und 30 Metres Breite, unter demselben fliefst der Flufs James und durchschneidet einen Zweig der Alleghanischen Gebirge [2]). Ich kann keinen genauern Begriff von der zerstörenden Wirkung des Wassers auf die Felsen geben, als wenn ich an die Erscheinung erinnere, welche die vortrefflichen Wasser-Fälle des Niagara im nördlichen America darstellen. Dieser Flufs geht aus dem Eriesee in den Ontario-See, welcher ohngefähr 8 Meilen von ersterm entfernt ist und hundert Metres niedriger als jener liegt: gegen zwey Drittheile seines Laufes fällt er gegen 50 Metres Höhe herab und beschliefst seinen Lauf in einer tiefen Hohlung, den er in den Boden oder die zwischen den beyden Seen begriffene geneigte Ebene ausgehölt hat; die Wasserfälle waren ehedem am niedrigen Ende der Ebene; sie sind aber gegen 12000 Metres [3]) zurück gerückt, und weichen noch immer zurück, so lange die Europäer in dem Lande sind; die Hohlung in dem Erd-

1) Man sehe die Zeichnungen von dieser Brücke in der Histoire naturelle du Vivarais par Soulavie Tom I.

2) American Geography, by Jedidials Morse, p. 613.

3) Man sehe die Anmerkung auf der Charte der vereinigten Staaten von Arcowsmith.

boden ist offenbar das Werk jener Wasser-Fälle: Die Wirkung des Wassers auf die Gesteine, welche zu dem Sprichworte Veranlassung gegeben hat, *jeder Tropfen nutzt die Steine ab*, ist eine zu allgemeine und zu lange bekannte Thatsache, als dafs ich noch länger dabey stehen bliebe.

Das Wasser der Bäche und Flüsse, welches in das Gestein des Bettes derselben eindringt, erweicht solches bisweilen dergestalt, dafs es sich in einen Schlamm auflöfst, welcher sodann ergriffen, verdünnt und mit einer grofsen Leichtigkeit fortgeführet wird. Ich habe Gelegenheit gehabt, diese Thatsache in Schluchten am Mont d'Or in Auvergne zu sehen; der Hammer drang beynahe so tief in das Gestein, wie in Koth.

Die von den Strömen mit fortgerissen werdenden Substanzen müssen ihre zerstörende Kraft vermehren: so müssen die rollenden Sand- und Kieselsteine zur Abreibung und Losreifsung der Gesteine beytragen, gegen welche die Gewässer sie drücken. Die Eisschollen, welche von den Flüssen zur Zeit der Eisfahrt fortgeführt werden, oft von einem sehr grofsen Umfange sind und eine beträchtliche Geschwindigkeit haben, können grofse Wirkungen durch den Stofs hervorbringen. Man hat Felsenstücken auf grofsen Eisschollen in beträchtliche Entfernungen fortführen sehen; und ohne ein solches Zwischen-Mittel würde es oft schwer seyn, zu begreifen, wie gewisse ungeheure Massen von den Gewässern auf einen Boden gebracht werden konnten, der ihnen schlechterdings fremd ist.

Das Wasser in den Seen. Zerweichung der Dämme.

§. 43. In den Seen, welche einen Abzug haben, üben die Gewässer eine beständige Wirkung gegen den Damm oder das Ufer aus, welches sich ihrem Abfluſs entgegensetzt: wenn der *Ueberfluſs* über einem Damm abflieſst, so wird der obere Theil desselben weggewaschen, und sein Niveau beständig erniedriget: entweichen die Gewässer durch Ritze und Spalten, so drücken sie stark gegen ihre Ufer und erweitern sie: so, daſs nach einer kürzern oder längern Zeit die Seen niedriger werden und endlich gänzlich austrocknen. Daher rührt die Menge von Bassins, welche wir auf dem trocknen Theile der Erdkugel sehen (§. 50), die theils von hohen, theils von niedrigen Hügeln umgeben sind, und uns noch auf die unzweideutigste und mehr oder weniger erhaltene Art den Ausschnitt zeigen, durch welchen die Gewässer abgeflossen sind, die diese Bassins ausfüllten.

Wenig Thatsachen sind in der physischen Erdbeschreibung so gegründet, als das frühere Daseyn jener ausgetrockneten Seen und der Durchbruch ihrer Dämme.

Indem Saussure die Felsen untersuchte, welche den Durchgang der Schleuse (de l'Ecluse) begränzen, glaubte er, mehrere Fuſs unter dem jetzigen Niveau der Rhone Spuren von Zerweichung durch die Gewässer dieses Flusses zu sehen (§. 213). Die engen Einschnitte mitten in den Gebirgen von Cölln und Sachsen, durch welche der Rhein und die Elbe, ersterer aus dem Bassin von Elsaſs, dem Palatinat u. s. w. und die zweyte aus dem Kessel von Böhmen hervortreten, sind offenbar Ausschnitte,

durch welche jene Kessel sich geleert haben. Ein Naturforscher (Hr. Lippy), welcher die Eisenpforten (Portes de fer) beobachtet hat, durch welche die Donau aus dem Bannate geht, um in den Ebenen der Wallachey hervor zu kommen, sagte mir, dafs er wegen Uebereinstimmung der Schichten auf beyden Seiten des Durchganges erstaunt worden wäre: alles zeigte ihm die ehemalige Verbindung der beyden jetzt durch besagte Pforten getrennten Ketten, und bewiefs ihm: dafs die Gewässer sie geöffnet hatten. Der Potomack, ein Flufs der vereinigten Staaten in America, durchzieht die Kette der blauen Gebirge in einem tiefen Einschnitte, in dessen Grunde man ungeheure Felsenstücken, *die Urkunden des Krieges zwischen den Flüssen und Bergen*, sieht, sagt der Präsident Jefferson [1]). Die Alpen, die Pyrenäen und alle Gebirge stellen eine Menge ähnlicher Thatsachen dar: es würde überflüssig seyn, noch mehrere dergleichen aufzuführen.

Wir berufen uns nicht auf die Zeugnisse der Geschichte über das Daseyn vormaliger Seen und das Wegwaschen der Dämme, ihrer grofsen Anzahl ohngeachtet; so sagt man uns, dafs Thessalien ehedem der Grund eines grofsen Sees war, und als das Thal Tempe sich öffnete, die Gewässer durch diesen Ausgang abflossen und ins Meer liefen [2]).

Wir können uns einen Begriff über die Art machen, auf welche verschiedene Seen verschwunden und ausgetrocknet sind, indem wir die Er-

1) Malte-Brun, Géographie, Tom. XIV. p. 387.
2) Idem, ibid. Tom. X. p. xliv.

scheinung an den Wasserfällen der Niagara betrachten, wovon im vorigen Paragraph Erwähnung geschehen ist. Jene Wasserfälle sind um 7 Meilen zurückgerückt; wenn sie noch 18 Meilen zurückrücken, so wird der Eriesee bis auf das Niveau des Ontariosee gesunken seyn und vielleicht verschwinden, wenn er sich in ein Bassin verwandelt, dessen trocken gebliebener Grund von dem Sct. Lorenz-Flusse durchströmt wird, welcher von da durch die von den Wasserfällen bewirkten Hohlung gehet; ohngefähr so, wie wir den Rhein aus dem Bassin, in welchem Elsafs liegt, durch den Ausschnitt von Bingen bis Bonn gehen sehen.

Manchmal greifen die Gewässer der Teiche die Dämme, statt an dem obern Theile an dem untern Theile an, gegen welchen sie übrigens einen viel stärkern Druck ausüben: eine kleine Spalte an diesem Theile kann die Oeffnung verursachen. Ohne Zweifel haben sich auf diese Art die natürlichen Brücken gebildet; wovon wir im vorhergehenden Paragraph geredet haben. Oft wird die Bildung oder Vergröfserung jener untern Oeffnungen mit dem Einsinken der Theile des Dammes oder Berges, welcher darüber war, begleitet gewesen seyn: dies ist vielleicht die Ursache, der man die grofsen Felsenstücken zuschreiben mufs, welche man bisweilen im Grunde der Einschnitte in den Gebirgs-Ketten findet, und wovon der Potomack uns vorhin ein Beyspiel geliefert hat.

Einsenkungen, (Erdfälle), Erdbeben können, indem sie neue Spalten veranlafsten, den Gewässern der Seen oder der mittelländischen Meere auch einen Ausweg geöffnet und also ihren Fortgang (debâcle, Eisfahrt) verursacht haben. Diese Abflüsse (debâcles) müssen sehr grofse Wirkungen

hervorbringen. Die Gewässer, welche oft einem ungeheuren Drucke nachgeben, müssen mit einer ausserordentlichen Heftigkeit abfliessen, die Erde und Steine, welche ihnen im Wege sind, mit fortreissen, den Boden, welchen sie durchlaufen tief ausfurchen und Schluchten bilden.

Saussure schreibt grossen Theils ähnlichen Ursachen die Spuren des Zerwaschens zu, die ihm die Gebirge in den Umgebungen von Genf von allen Seiten zeigten.

Wirkung des Wassers im Meere.

§. 44. Die den Gewässern des Meeres eigenen Bewegungen setzen selbige in den Stand, eine viel grössere Wirkung, als man gewöhnlich glaubt, wenn auch nicht in dem Grunde, doch an den Ufern des Bassins, welcher diese Gewässer enthält, auszuüben.

Wenn diese Ufer hoch sind, so greifen die Wellen sie an, zerwaschen sie, verwandeln sie in steile Gestade, die sie sodann unterwaschen und nach und nach ihren Einsturz und Zerstörung veranlassen. Sie können also die Gränzen des Meeres fortrücken, und die steilen Küsten erzeugen, die man so oft bey ihm antrifft. Die nackten und schroffen Felsen, welche das Meer, bisweilen sogar überhängend, beherrschen, die, welche vorwärts fallen und offenbar durch eine Zerweichung von der Erde abgelösst worden, um Klippen zu bilden u. s. w. sind unwiderlegbare Beweise von der zerstörenden Wirkung der Wellen: und obschon jene Thatsachen, hauptsächlich durch eine während einer langen Zeit beständig wiederholte Wirkung erzeugt seyn können, so haben wir doch Beyspiele von einer, in einen geringen Zeitraume, merklichen Wirkung. Schaw bemerkte an den Küsten von Sy-

rien, in Felsen gehauene und zur Bereitung des Salzes bestimmte Tröge von drey Ellen, die, der Härte des Gesteins ohngeachtet, durch den beständigen Wellenschlag jetzt fast gänzlich abgenutzt und geebnet sind [1]). Die Geschichte der Academie führt ein Gestade von milden Steinen an, das in 30 Jahren bis zu einer Entfernung von 16 Fuſs durchwaschen worden. Bergmann spricht von verschiedenen, durch die Wellen verursachten Höhlen, deren Vergröſserung schwedische Gelehrte bestätigt haben [2]). Die Bruchstücke, die Felsenblökke, welche ins Meer fallen und von den Wellen gegen die Küste geworfen werden, gehören auch zu dem mächtigen Geschütz, sagt Playfair, mit welchem der Ocean das feste Land einschieſst. Jene von den Gewässern also fortgerollten Stücke zerbrechen sich, nutzen sich ab, und lösen sich endlich in Sand und Erde auf. „Ich habe, sagt Saussure, in dem Meere von Sicilien, groſse Blöcke „von harter Lava (Basalt) gesehen, welche durch „den Wellen-Stoſs vollkommen abgerundet und „in wenig Jahren bis auf die Hälfte ihrer Gröſse „vermindert waren. . . . In zwey Jahren waren „groſse mit Pulver gesprengte Massen ganz und so „abgerundet, als wenn man sie mit dem Meisel „bearbeitet hätte.“

Das Meer übt bisweilen auch schreckliche Wirkungen auf die demselben ausgesetzten Niederungen aus. Holland giebt uns davon traurige Beyspiele. Im Jahre 1225 überschwemmte der von einem Sturme emporgehobene Ocean das Land; der Rhein,

1) Schaw Voyages etc. Tom. II.

2) Geographie physique, §. 170.

durch außerordentliche Regen angeschwollen, und, theils durch die Gewässer des Meeres, theils durch die Winde in einer grofsen Höhe erhalten, verbreitete sich auf die benachbarten Ländereyen; da jedoch plötzlich eine Wind-Stille eintrat, so zogen sich die Gewässer mit einer solchen Schnelligkeit und Kraft zurück, dafs sie einen beträchtlichen Theil des Bodens mit fortrissen uud an dessen Stelle das Meer des Zuydersee's zurückliefsen. Im Jahre 1421 setzte eine Ueberschwemmung den mittägigen Theil der Grafschaft Holland ebenfalls unter Wasser, ertränkte mehr als hunderttausend Einwohner, bedeckte gegen hundert Dörfer, und als das Wasser sich zurückzog, bildete es bey Dortrecht den Meeres-Arm, welcher unter dem Namen Bies-Boos bekannt ist.

Die Beweise von den zerstörenden Wirkungen der Meere auf ihrem Grunde sind nicht so bestimmt. Die unregelmäfsigen Bewegungen des Oceans selbst bey den stärksten Stürmen, scheinen sich nicht über einige Metres Tiefe zu erstrecken: sie sind also weit entfernt, die tiefen Gründe zu erreichen. Allein ist es mit den, so zu sagen, ewigen Strömungen eben so, welche von allgemeinen und fortdauernden Ursachen abhängen, so wie die Aequinoctial-Strömung ist? Dies ist nicht wahrscheinlich. Die Schiffer haben bemerkt, dafs in den Meeren der vereinigten Staaten von America, die gröfste Tiefe unter der grossen Strömung, dem Gulf-Stream, ist [1]), welche sich also ein Bette in den Ocean gegraben hätte, indem sie den Sand und Schlamm entfernte, oder auch die unten befindlichen Felsen zerweichte.

1) Humboldt, Relation historique des voyages, Tom. I. p. 16.

Wenn durch eine Vereinigung der Umstände die Wirkung jener Strömungen sich vergröſsert und sich mit der Wirkung der Fluthen vereinigt, so zerstören sie endlich die Hindernisse, die ihnen entgegen stehen. Sehr wahrscheinlich ist auf diese Weise eine groſse Anzahl der Meerengen gebildet worden. Büffon bemerkt darüber, daſs die meisten Meerengen der Aequatorial-Zone, von Ost nach West, wie die groſse Aequinoctial-Strömung gerichtet sind, und es sehr wahrscheinlich ist, daſs diese Strömung zur Bildung einer groſsen Anzahl jener Meerengen beygetragen hat. Vielleicht hat sie auch mittelbar zur Oeffnung der Meerenge von Bahama, durch welche sie aus dem mexicanischen Meerbusen tritt, beygetragen, und vielleicht auch kann sie durch eine ähnliche Wirkung zur Bildung des Busens selbst mitgewirkt haben.

Wirkung des Wassers durch sein Gewicht. Einsenkungen.

§. 45. Das Wasser kann auch durch sein Gewicht zur Veränderung der Erd-Oberfläche mitwirken. Es zieht sich bisweilen in die groſsen Massen ein, macht sie schwerer und trägt auf diese Weise zu ihrer Einsenkung und ihrem Einsturz bey. Man hat bemerkt, daſs die Einsenkungen in feuchten Jahren häufiger waren; so haben wir im Jahre 1805, zu Ende eines regnerichten Sommers und Tages, einen beträchtlichen Theil des Ruffiberges in der Schweiz einstürzen sehen. Dieser Berg, welcher 1150 Metres über dem Thale erhaben ist, besteht aus, mit dem Abhange gleichlaufenden, Lagern von Sand- und Puddingsteine (*Nagelfluh*) mit mergelartigem Bindemittel: den 2ten September

löfste sich ein Streifen von 4000 Metres Länge, 400 Metres Breite und 50 Metres Dicke los; auf den untern Schichten abgleitend, und noch durch das Wasser erweicht, stürzte er in das Thal, begrub unter seinen Trümmern verschiedene Dörfer, raubte 500 Personen das Leben, und erhob im Thalgrunde Hügel von mehr als 60 Metres Höhe [1]).

Die Schweiz und im Allgemeinen alle Gebirgs-Länder sind nur zu oft Zeugen ähnlicher Catastrophen, die durch die Vermehrung des Gewichts der Massen, welche Wasser einsaugen, erzeugt werden, und welche Vermehrung noch durch das Erweichen und Fortreifsen der Erd-Mergel- und Gyps-Lager, auf welchen jene Massen ruhen, begünstigt wird. Im Jahre 1618 stürzte ein grofser Theil der Felsen, welche das Thal von Chiaranna in der Valtelina begränzen, ein, begrub die kleine Stadt Pleurs und mehr als zweytausend Einwohner. Im Jahre 1714 stürzte der östliche Theil des Berges Diableretz in dem Waliserlande ein, und bedeckte mit seinen Trümmern mehr, als eine Quadrat-Meile, bis zu einer Höhe von 100 Metres auf einigen Puncten.

Jene Einstürze verstopfen manchmal die Thäler, halten die Gewässer zurück und bilden Seen, deren Fortgang sodann schreckliche Verwüstungen verursacht.

Wirkung des Wassers beym Gefrieren.

§. 46. Das Wasser dringt, wie man weifs, in die Masse einer sehr grofsen Anzahl von Felsen

1) Man sehe eine eben so genaue als durchdachte Beschreibung dieser unglücklichen Begebenheit von dem Sohne des Hrn. v. Saussure, in der Bibliotheque britannique, Tom. XXXII.

und in die Spalten ein: wird es vom Froste ergriffen und geht in Eisgestalt über, so vergröfsert es seinen Umfang (in dem Verhältnifs, wie 9 zu 10) und bey dieser Bewegung von Ausdehnung schiebt es die Mineral-Theilchen, zwischen welchen es sich befindet, fort; es zerreifst ihren Zusammenhang, erzeugt neue Spalten und erweitert die alten. So lange es gefroren ist, dient es den getrennten Theilen auch als Bindemittel; es leimt sie gewissermafsen zusammen. Allein beym Aufthauen werden diese Theile nicht mehr gehalten, die erste mechanische Kraft, welche sich äufsert, kann sie wegreifsen, und oft reicht die Wirkung der Schwere hin, ihren Einsturz zu verursachen. Auch in den sehr kalten Ländern finden beym Thauwetter die grofsen Einstürze und Schneelavinen Statt: es würde unvorsichtig seyn, zu dieser Zeit auf einer grofsen Anzahl von Wegen zu reisen, die am Fufse der Gebirge von Schweden und Norwegen gelegen sind: in den Alpen vermeidet man, sich an einem Sommertage auf gewissen Gletschern oder grofsen Höhen zu befinden, wenn die starke Sonnenhitze, die bis dahin sich erhaltenen Eismassen schmelzt, und auf diese Weise den Herabsturz derselben, sowohl als der Felsen und Steine veranlafst.

Saussure, welcher sich sechszehn Tage lang im Monat July auf dem Col du Géant aufhielt, verlebte keine Stunde, ohne einige Felsenlavinen mit dem Getöse des Donners hinabstürzen zu sehen und zu hören. Er schreibt diese Begebenheiten dem Gefrieren des, in die Zwischenräume der geneigten Schichten eingedrungenen, Wassers zu [1].

1) Voyage dans les Alpes §. 2048.

Chemische Wirkung. Auflösende Wirkung.

§. 47. Die Regenwasser, welche rein in den Schoofs der Erde gekommen sind, gehen mit verschiedenen Substanzen geschwängert wieder fort, die sie von den Gebirgs-Massen, durch welche sie gedrungen sind, abgelöfst haben. Die vorzüglichsten jener Substanzen (§. 17) sind schwefelsaurer Kalk, kohlensaurer Kalk, salzsaure Soda. Ueberall, wo das Wasser jene Salze und im Allgemeinen alle Materien findet, die es entweder unmittelbar oder mittelbar mit Hülfe eines Zwischen-Mittels auflösen kann, welches oft die Kohlensäure ist, nimmt es selbige auf und ziehet sie mit fort. Diese oft wiederholten Auflösungen müssen in der Länge der Zeit Leeren im Innern der Gebirge erzeugen. Daher rührt die Menge von Grotten, Höhlen und unterirdischen Canälen, welche man so oft in den Kalk- und Gyps-Gesteinen findet, und wovon wir sprechen wollen, wenn wir von jenen Gesteinen handeln werden: daher rühren auch die Einsenkungen, Hohlungen und Seen, welche man bisweilen antrifft, und welche eine Folge von dem Daseyn der Höhlen sind.

Zertheilung der Gesteine.

§. 48. Das Wasser trägt auch noch auf eine kräftigere, obschon nicht so sichtbare, Weise zur Zertheilung oder Auflösung der Gesteine bey: wenn es nämlich in der Atmosphäre verbreitet ist, von der Wirkung der Luft, der Wärme, und vielleicht noch einiger anderer Kräfte, die uns unbekannt sind, untersützt wird, so bewirkt es die Zertheilung der Gesteine und macht, dafs sie zerfallen. Man hat

bemerkt, dafs die feuchte Luft zu diesem Natur-Geschäft geeigneter war, welches ein offenbarer Beweis von der Mitwirkung des Wassers ist.

Die Zertheilung, von welcher wir hier sprechen, nämlich diejenige, welche einer Gebirgsart widerfährt, die man der Wirkung der Atmosphäre aussetzt, rührt nicht allein von einer blofsen Nachgiebigkeit in dem Zusammenhange der integrirenden Theilchen her: es scheint auch, dafs dabey eine chemische Wirkung Statt findet, welche den Zusammenhang, entweder durch Hinwegnahme oder Zusatz eines neuen Grundstoffes verändert. Das Wasser ist eine von den Kräften, welche jene Wirkung hervorbringen: bald benimmt es einigen Mineralien ihren alcalischen Gehalt: bald vereinigt es sich mit dem Eisen, das sie enthalten, um Wasserstoffgase (Hydrate) zu bilden: oder auch, indem es sich zersetzt, erzeugt es die Oxigenation und Ueber-Oxigenation eines bestehenden Grundstoffes.

Der Feldspath, diese auf der Erdkugel am häufigsten verbreitete mineralische Substanz, und gleichsam die Basis der Granite und der meisten Urgesteine, ist der Zertheilung sehr unterworfen, hauptsächlich, wenn er weichkörnig ist. Keinem Steinsetzer ist unbekannt, dafs jener Stein, seiner scheinbaren Härte ohngeachtet, einer der schlechtesten Steine ist, die er anwenden kann: kaum hat er ihn auf einen Weg gelegt, so löfst er sich in eine wahre Erde auf. Da die chemische Analyse die Anwesenheit der Potasche in einer grofsen Anzahl von Feldspathen gezeigt hat, so hat man geglaubt, dafs die durch atmosphärische Kräfte bewirkte Ausziehung jenes Grundstoffes, leicht Ursache zur schnellen Zersetzung des Minerals seyn könnte. Die Zersetzung der Potasche zieht nothwendig auch

eine vollkommene Zertheilung der Gesteine nach sich, zu welchen sie gehört.

Die Schiefer spalten und zerstören sich in Folge ihrer Textur und Zusammensetzung mit vieler Leichtigkeit. Die Kalksteine widerstehen viel mehr, besonders wenn sie rein sind. Was die Sandsteine betrifft, so hängt ihr Widerstand viel von der Beschaffenheit ihres Bindemittels ab; allein im Allgemeinen ist derselbe nicht sehr beträchtlich. Wir wollen im zweyten Theile bey jeder Art von Gestein die einzelnen Umstände anführen.

Die Zersetzung der mineralischen Massen, und insbesondere der Granite, geschiehet bisweilen in ziemlich kurzen Zeiträumen an Orten, wo jene Massen jeder Wirkung der Atmosphäre ausgesetzt sind. In offenen Steinbrüchen haben, nach wenig Jahren, die Mineralogen oft sehr viel Mühe, eine Stufe Granit zu erhalten, der so frisch wäre, um in ihren Sammlungen aufgenommen zu werden.

In einem Hohlwege, welcher dem Staube 6 Jahre lang ausgesetzt gewesen war, sahe ich bis 3 Zoll Tiefe in ihrer Oberfläche ganz zersetzte Granit-Stücken.

Die Tiefe, bis zu welcher die Zersetzung noch merklich ist, beträgt zuweilen mehrere Fuſs. In einigen Granit-Gegenden von Auvergne, Vivarais, den orientalischen Pyrenäen, glaubt man beständig auf groſsen Haufen Kies zu seyn, so bedeutend und tief ist dort die Zersetzung.

Es ist wahr, andere Granite, wie wir in der Folge sehen werden, widerstehen viel mehr der zerstörenden Wirkung der Elemente. Indessen muſs man nicht immer daraus schlieſsen, daſs sie sich nicht zersetzten, weil sie auf ihrer Oberfläche immer hart und fest sind; es ist möglich, daſs die

abgelöfsten Theilchen fortgeführt worden. Ich habe eine grofse Anzahl Beweise von dieser Thatsache gesehen; ich habe, zum Beyspiel, grofse Granitkugeln beobachtet, deren zersetzte Oberfläche verschiedene concentrische Schichten darstellte; der Theil jener Schichten, welcher die obere Halbkugel bedeckt haben würde, fehlte; er war von den Regen mit weggenommen worden; allein man sahe an der Art, auf welche die Schichten der untern Halbkugel sich endeten, dafs sie ursprünglich die Kugeln gänzlich eingeschlossen hatten.

Wiedererzeugende Kraft des Wassers.

Unterschied zwischen mechanischen und chemischen Bildungen.

§. 49. Das mit mineralischen Stoffen angefüllte Wasser, welches selbige den verschiedenen Theilen der Erd-Oberfläche entrissen hat, führt diese Stoffe mit fort, und legt sie endlich an andern Orten nieder, wo es neue Gebirge erzeugt und neue Mineralien bildet. Je nachdem die Stoffe, die es niederlegt, in ihm schwebten oder chemisch aufgelöfst waren, sind seine Bildungen *mechanisch* oder *chemisch*.

Wir sagen, dafs eine Substanz *mechanisch* in dem Wasser enthalten ist, wenn die einzige Wirkung der Schwere sie von dem Wasser trennen kann, wenn selbiges in Ruhe ist; oder wenn die Trennung mit Hülfe eines mechanischen Verfahrens, durch Filtration, geschehen kann. Indem sie sich setzt, bildet sie einen *mechanischen Niederschlag*, den man gemeiniglich mit dem *Absatz* oder *Lager* bezeichnet: so sind die Thon - Mergel-Schichten u. s. w.

Eine Substanz ist *chemisch* in einer Flüssigkeit enthalten, wenn sie davon nicht anders, als durch Ausziehung des Auflösungs-Mittels oder durch die chemische Wirkung einer neuen Substanz, welche in das Fluidum eindringt, getrennt werden kann. Indem sie sich trennt, giebt sie einen *chemischen Niederschlag*, welcher entweder cristallinisch erscheint, wie bey den Graniten und den salzhaltigen Marmorarten, oder als eine dichte Masse sich zeigt, wie in dem Weifsstein, oder auch so, dafs seine Theile nicht an einander hängen, wie vielleicht der Fall mit einigen Kaolmen Porzellanerden und andern Mineralien ist.

Uebrigens kann die Gränzlinie zwischen den beyden Arten von Niederschlägen, und folglich zwischen den beyden Arten von Bildungen, welche von diesen Niederschlägen zusammengesetzt sind, nicht mit strenger Genauigkeit gezogen werden: die Chemiker selbst sind verlegen, wenn es darauf ankommt, nur theoretisch eine wahre Gränze zwischen Beymengung (Schwebung), Auflösung und Scheidung anzuzeigen.

Mechanische Wirkung.

Wir betrachten hier das Wasser im fliefsenden und stehenden Zustande.

Fliefsende Gewässer.

§. 50. Die wilden Gewässer, welche auf der Oberfläche der Erde fliefsen, haben im Allgemeinen wenig Kraft; ihre Wirkung beschränkt sich darauf: die feinsten erdigen Theile von den Abhängen, auf denen sie fliefsen, mit fortzureifsen und sie an ihrem Fufse niederzulegen. Bey starken Re-

gen bringen sie auch Kies, Schutt und sogar grofse Steine mit und häufen sie auf.

Die Bäche, Flüsse und Ströme können, so lange sie in ihren Betten enthalten sind und in gewöhnlicher Zeit keine neuen Bildungen erzeugen; man hat blos bemerkt, dafs sie im Allgemeinen, gegen ihre Mündung hin, ein Bestreben hatten, ihr Bette zu erhöhen. Allein anders ist es in den Zeiten, wann sie anschwellen, über die Ufer treten und mit ihren Gewässern die benachbarten Länder bedecken. In diesen Zeiten rollen sie eine oft beträchtliche Menge Kiesel, Kies, Sand und Schlamm mit fort, die sie dem durchlaufenen Boden entnommen haben, oder die ihnen durch die wilden Gewässer wegen ihres Anschwellens zugebracht worden; sie legen selbige auf den Boden, den sie überschwemmen, nieder, indem sie erstlich die grofsen Steine, hernach den Kies, sodann den Sand und endlich die Erde und den Schlamm verlassen. Diese seit vielen Jahrhunderten aufgehäuften Lager können ziemlich beträchtliche Massen Erdreich bilden; alle hundert Jahre setzt der Nil auf den Boden von Nieder-Egypten ein Lager von beynahe fünf Zoll Dicke, nach der Schätzung des Hrn. Girard, ab [1]); und der dortige Boden besteht aus ähnlichen Aufschwemmungen bis zu einer Tiefe, die uns in der Mitte des Thales unbekannt ist.

Die Beschaffenheit der Anschwemmungen hängt von der Beschaffenheit der Substanzen ab, woraus die von den Gewässern durchlaufenen Gegenden bestehen.

1) 0,126 Mètre. Description de l'Egypte par une commission de savants françois; Schaw rechnete jedes Jahrhundert 1 Fufs, und 20 Fufs seit Herodot.

Wenn, zum Beyspiel, der Boden aus Granit besteht, so wird der Feldspath durch Zersetzung sich in eine Erde verwandeln, welche die Gewässer in Schlammgestalt in eine grofse Entfernung führen und an den Orten niederlegen, wo die Geschwindigkeit ganz nachläfst oder aufgehört hat, wie bey einer überschwemmten Gegend; der Absatz wird da ein mehr oder weniger dickes Thonlager bilden: der Quarz, welcher der Zersezzung widersteht, wird von dem Strome fortgerollt; seine an den Ufern und unter sich geriebenen Körner runden sich ab, vermindern ihre Gröfse und werden um so weiter fortgeführt und niedergelegt, je kleiner sie sind; welches eine Reihefolge von Kies und Sand bildet, der nach und nach immer feiner wird und sich endlich mit dem Thone vermischt. Die Glimmerstreifen zerbrechen und bringen jene kleinen Schüppchen und glimmrige Puncte hervor, die man im Sande und Thone findet. Wenn der Boden, welcher die Aufschwemmungen hergegeben, aus Schiefer bestände, so würden die Lager mehr leimig als sandig seyn; und wenn er viel Kalk enthielte, so würden die abgeriebenen Theilchen dieser Substanz, wenn sie sich mit den Substanzen anderer Gesteine vermischten, zur Bildung von Mergel Anlafs geben.

Da die Gewässer zu verschiedenen Malen auf denselben Boden gekommen sind und nicht immer dieselben Substanzen mit sich führen, so haben sie oft verschiedene Lager übereinander gehäuft; daher rührt jener Wechsel von Kies, Thon und Sandbänken u. s. w., die man in den durch die Aufschwemmungen der Flüsse gebildeten Gegenden findet.

Der Boden von Egypten hat Sandlager oder Adern, mitten in dem von dem Nil abgesetzten Leimen. Ferner, wenn die Gewässer wieder auf eine ihrer vorherigen Ablagerungen kommen und eine gewisse Geschwindigkeit haben, so nehmen sie einen Theil wieder mit fort; und da sie sich der

zartesten Theilchen am leichtesten bemächtigen, so lassen sie oft nur einen Sandgrund zurück.

Stehende Gewässer.

§. 51. Die Flüsse führen einen Theil des Sandes und der Erde, den sie beym Durchfluſs durch das feste Land aufgenommen haben, bis ins Meer.

Wenn sie in dem groſsen Bassin angekommen sind, so nimmt ihre Geschwindigkeit stufenweise ab und verschwindet endlich; so bald sie nachläſst, so setzen sich die gröſsten Sandkörner hauptsächlich an den Ufern, wo die Bewegung geringer ist, ab, und die feinsten Theile werden weiter vorwärts in den Meeres-Grund geführt.

Die Anschwemmungen, welche sich also an der Mündung der Flüsse von den beyden Seiten des Stromes bilden, sind bisweilen sehr beträchtlich. Die Elbe, die Rhone, die Donau, der Po u. s. w. stellen auffallende Beyspiele jener Bildungen dar: der mittlere Gang der Aufschwemmungen, welche sich an den Mündungen letztbenannten Flusses bilden, ist seit zwey Jahrhunderten, jährlich ohngefähr 70 Metres [1]).

Der Nil, der Orinocco und die andern groſsen Flüsse von America zeigen ähnliche Thatsachen. Man hat an der Mündung des Missisippi groſse Inseln entstehen sehen, und seit 100 Jahren sind die Länder vor dieser Mündung gegen 15 Meilen fortgerückt [2]). Der Doctor Barrow schätzt, daſs der Leimen (Schlamm), den der gelbe Fluſs in das Meer von Pekin bringt, selbiges in 240 Jahrhunderten

1) Prony Système hydraulique de l'Italie.

2) Volney, La Rochefoucault.

ausfüllen könnte: es hat zwanzigtausend Quadrat-Meilen und 37 Metres mittlere Tiefe [2]).

Die Gegenstände, welche die Flüsse in das Meer führen, und die sich an ruhigen Orten in einer grofsen Tiefe absetzen, sind wahrscheinlich für immer darinnen. Allein derselbe Fall ist es nicht mit dem Sande, welcher in der Nähe der Küsten auf seichtem Grunde liegen bleibt: bald wird derselbe aufgehoben und durch die Küsten-Strömungen fortgeführt, welche ihn nur in den Buchten und an den Orten verlassen, wo das Meer ruhig ist: bald nehmen ihn die Wellen auf, führen ihn mit fort und verlassen ihn theilweise am Ufer. So bilden sich die An- oder Aufschwemmungen, welche, indem sie sich an gewissen Küsten hinziehen, das Meer zurückdrängen, und sein Niveau zu erniedrigen scheinen. Jedermann weifs, dafs das mittelländische Meer weiter als eine Meile von Aignes-Mortes in der Provence, wo Sct. Louis sich einschiffte, entfernt ist. Ravenna, welches zu Augustus Zeiten in das Meer hineinging, ist gegenwärtig eine Meile davon entfernt: und das Schicksal dieser Stadt, die eine ähnliche Lage, wie Venedig hatte, scheint anzukündigen, was nurbesagte Stadt unfehlbar zu erwarten hat. Beobachtungen, die an den Küsten von Languedoc von den Ingenieurs gemacht wurden, welche mit Vorkehrungen zu Verhütung der Versandung der Häfen beauftragt waren, bestätigen auf eine bestimmte Art die Zunahme der Anschwemmungen an jenen Küsten: die kleinen Seen (Lachen) werden in Sümpfe und die Sümpfe in tragbaren Boden verwandelt: eine

1) Voyage de lord Macartney en Chine.

an der Mündung des Hérault im Jahre 1609 errichtete Schanze war im Jahre 1783, 200 Metres von dem Ufer, welches im Mittel jährlich einen Zuwachs von 1, 9 Metres giebt; eine im Jahre 1746, in einer Entfernung von 30 Metres vom Meere errichtete Batterie, war 37 Jahre nachher 118 Metres entfernt; und folglich war der jährliche Zuwachs 2, 1 Metres [1]).

Die Ufer des Oceans stellen ähnliche Thatsachen dar: Hr. Fleriau von Bellevue hat mir versichert, daſs sich jährlich auf einer Seite des Busens (Golfes) nördlich von Rochelle ein Streifen aufgeschwemmtes Land bis zu 40 Metres Breite absetzte. Wir werden in dem zweyten Theile dieses Werkes von den so merkwürdigen Anschwemmungen reden, welche an den Küsten von Holland und Nieder-Deutschland Statt finden.

Man muſs bemerken, daſs die Thatsachen, welche wir so eben angeführt haben, nur local sind und die Meere an verschiedenen Küsten, anstatt neue Anschwemmungen zu erzeugen, im Gegentheil die schon vorhandenen zerstören.

Chemische Wirkung.

Auf dem festen Lande.

§ 52. Um in den Stand zu setzen, über die Bildungen zu urtheilen, welche das Wasser durch seine chemische Kraft bewirken kann, nämlich durch die mineralischen Substanzen, die es aufgelöſst hält, wollen wir einige von den Formationen anführen, welche wir auf dem festen Lande und gewissermaaſsen unter unsern Augen entstehen sehen.

1) Mercadier, sur les ensablements du port de Cette.

1) Alle Grotten und Höhlen in den Kalk-Gebirgen stellen uns Tropfsteine (Sinter) und andere Bildungen dar, welche man entstehen und nach und nach gröfser werden siehet. Das Wasser, welches in das Gestein über der Grotte eindringt, nimmt kohlensauren Kalk, wahrscheinlich in Folge der Kohlensäure, die es enthält, auf. Wenn ein solcher, oft durch eine Spalte geführter, Wassertropfen an dem Gewölbe der Höhle ankommt, und einige Zeit hängen bleibt, so verdunstet die gasartige Säure, die verlassenen Theilchen gehen an die Ränder des Tropfens, und wenn selbiger ganz verdunstet ist, so bleibt an dem Gewölbe gleichsam ein kleiner, von den zurückgelassenen Theilchen gebildeter, Kreis übrig. Die folgenden Tropfen vergröfsern und verlängern den ersten Niederschlag, und nach einiger Zeit bildet sich also ein mehr oder weniger beträchtlicher mit seiner Grundfläche an dem Gewölbe aufgehangener Kegel. Er ist oft in seiner Achse in Folge der angezeigten Bildungs-Weise durchbrochen, nach welcher sich auch neue Theilchen an die ältern anlegen, indem sie sich nach den Gesetzen der Cristallisation ordnen, um Streifen und Massen eines wirklichen Kalkspaths zu bilden.

Wenn der Kegel oder der Sinter (Tropfstein) fortwährend zunimmt, und seine Spitze den Boden erreicht, so kann er durch seine Vergröfserung einen jener, fast in allen Beschreibungen von Höhlen, erwähnten Pfeiler oder Säulen bilden. Die Vergröfserung kann sogar bis zur gänzlichen Verstopfung und Ausfüllung der Höhle gehen. Wenn die Wassertropfen, statt an dem Gewölbe hängen zu bleiben, und die Kalktheilchen abzusetzen, sogleich auf den Boden gefallen wären, indem sie diese

Theilchen verliefsen, so würden sie jene Warzensteine, (Stalagmiten) nnd andere Bildungen, deren Gestalten oft so aufserordentlich sind, erzeugt haben.

Die Quellen, in denen eine ansehnliche Menge kalkartige Kohlensäure aufgelöfst ist, lassen, wenn sie in freyer Luft fliefsen, die Kohlensäure entweichen, welche als Auflösungsmittel diente; sie lassen die Kohlensäure auf ihrem Bette und an ihren Ufern, die sie also mit einer steinartigen Kruste bekleiden, deren Umfang bisweilen sehr beträchtlich ist, und sich sogar über ihren gewöhnlichen Lauf erhebt. So hat die Quelle von St. Allier bey Clermont in Auvergne, deren Wasser klar und hell ist, eine Brücke gebildet, welche im Jahre 1754 hundert Schritte lang, an ihrer Grundfläche 8 bis 9 Fufs und an ihrem obern Theile 20 bis 24 Zoll dick war [1]).

Die mit Kohlensauerstoff geschwängerten Gewässer, welche man in Röhren leitet, werden selbige endlich mit ihren Absätzen verstopfen, wenn man nicht dafür sorgt, sie von Zeit zu Zeit aufzuheben: in einer Grube in England wurde eine Wasserleitung von ohngefähr 8 Zoll Breite und 4 Zoll Höhe, in weniger als 3 Jahren verstopft und mit einer Art Marmor angefüllt [2]).

Wenn Gewässer, welche kalkartigen Kohlensauerstoff enthalten, sich über eine ebene Gegend verbreiten, so können sie ein Lager von Steinen bilden, welche bisweilen zu unsern Bauen taugbar sind: so ist der *Travertino* aus den Gegenden

1) Memoires de l' Academie.

2) Journal de physique Tom. 13.

von Rom. Wenn auf dem Boden Pflanzen, Kräuter u. s. w. stünden, so würde der Absatz diese Substanzen einhüllen; und wenn sie sich sodann auflöfsten und zerstörten, so würde die steinigte Masse porös und gleichsam wurmstichig seyn; dies ist der *Kalktuff*. Wir werden in der Folge dieses Werkes von jenen zwey Bildungsarten reden.

Die Pflanzen und Figuren von Thieren, welche man in Quellen taucht, die viel Kohlensauerstoff enthalten, werden bald mit einer Kruste überdeckt, die ihnen das Ansehen einer versteinerten Pflanze oder eines dergleichen Thieres giebt. Man hat von dieser Eigenheit an einigen Orten, hauptsächlich in den Bädern von St. Philipp in Toscana Gebrauch gemacht, man setzt dort Modelle zu Medaillons, Basreliefs, Vasen, Statüen der Wirkung der Gewässer aus, und nach einigen Monaten sind sie mit dem schönsten und weifsesten kalkartigen Alabaster überzogen [1]).

Ich führe als letztes Beyspiel kalkartiger Bildungen noch die Erbsensteine (pisolithes) oder Schrotsteine (dragées) von Tivoli an, welche sich in den Gewässern jener Bäder und verschiedener anderer Orte bilden. Diese Pisolithe sind, wie man weifs, durch die Vereinigung kleiner Kugeln von kohlensauren Kalke gebildete Massen, mit concentrischen Schichten, die in ihrem Mittelpuncte ein Sandkorn oder einen andern fremden Körper haben. Werner, als Zeuge ihrer Bildung in den Carlsbader Gewässern in Böhmen, berichtet: dafs der Sprudel der Quelle ein Spiel der Sandkörner in dem Wasser verursacht; während dieser Bewegung be-

1) Journal de physique Tom. 7.

kleiden sich diese Körner nach und nach mit verschiedenen Kalk-Schichten, bis sie, wenn sie zu schwer sind, auf dem Grunde verbleiben, sich festsetzen und Massen bilden.

2) Der Gyps oder kohlensäure Kalk ist auch eine jener Substanzen, die sich täglich vor unsern Augen bilden.

In den Haufen von Gangsteinen oder armen Minern, die man beym Eingang des Schachts hinwirft, habe ich oft kleine Krystalle jenes Minerals bemerkt: die kieselartigen Theile, welche in den Haufen waren, hatten sich aufgelöfst; daraus hatte sich Schwefelsäure entwickelt, welche sich auf den in diesen Haufen befindlichen Kalk geworfen und jene Krystalle gebildet hatte. Die, welche man häufig in den Uebergangsgebirgen antrifft, haben keinen andern Ursprung: eben dasselbe sage ich von der Schwefelsäure, welche in unmerklichen Theilen in einer grofsen Anzahl jener Gebirge vorkommt und die den Gewässern der Brunnen, welche man dort gräbt, die salzige Eigenschaft giebt.

5) Mineralien sogar, auf welche das Wasser keine Wirkung zu haben scheint, sind und werden noch durch selbiges, als Zwischen-Mittel, gebildet, so wie der Quarz. Ich habe auf Stücken von wenig veränderten fossilen schwarzbraunen Holze artige und deutlich ausgedrückte Rosetten von Quarz-Krystallen 6 bis 7 Linien lang gesehen, deren Oberfläche gleichsam einen chalcedonischen Ueberzug hatte: hier hat man also unwiderleglich eine sehr neue crystallinische Quarzbildung; denn ich wiederhole es, das Holz, welches Krystalle hatte, war mehr halb verfault als holzig. Ich führe noch als Beyspiel neuerlicher quarzartiger Bildungen, so aufserordentlich mir es auch scheint, das ei-

nes Feuersteines von ohngefähr 9 Zoll Länge und 4 Zoll Breite auf, der im Jahre 1812 beym Umgraben eines Gartens gefunden wurde, und welcher, als man ihn zerschlug, in einer cylindrischen Hohlung gegen zwanzig kleine Geldstücken enthielt, wovon die ältesten blos vom 16ten Jahrhunderte waren [1]). Die Gewässer der Geysers in Island (man sehe §. 17. und 71.) erzeugen kieselartige Bildungen, die den oben erwähnten kalkartigen genau ähnlich sind.

4) Die Eisenkies-Kügelchen mit divergirenden an ihren Enden mit Krystallen versehenen Strahlen, die man häufig in Torflagern und in eben so neuen Gebirgsarten findet, sind ein unwiderlegbarer Beweis der metallischen durch die Wirkung des Wassers in unsern Tagen zu Stande gebrachten Bildungen.

5) Ich spreche hier weder von dem Raseneisenstein, die sich noch täglich in verschiedenen unserer Sümpfe bilden; noch von den Salzen, welche in den Steppen Sibiriens, in den Wüsten Arabiens u. s. w. gefunden werden, und sich sogar erzeugen: von diesem Gegenstande wollen wir in dem Capitel von den *Uebergangs-Gebirgen* im zweyten Theile handeln.

Ich habe hier nur Beispiele von Formationen geben wollen, die, so zu sagen, in unserer Gegenwart von den Gewässern erzeugt worden. Denn sonst wird niemand zweifeln, daſs die Kalkstein-Gebirge, welche Muscheln enthalten, die Mergellager, welche Abdrücke von Fischen führen, und die mit Wasserpflanzen angefüllten Kohlenlager, in diesen Gewässern gebildet worden. (Man sehe die 5te Anmerkung).

1) Journal des mines No. 23.

Bildungen in den Meeren.

§. 53. Da das Innere der Meere unsern Beobachtungen gänzlich entzogen ist, so können wir keine Begriffe über die Formationen haben, welche darin vorgehen oder vorgehen können; es belehrt uns sogar nichts, ob wirklich eine Statt findet. Jedoch scheinen einige Thatsachen uns anzuzeigen, dafs an gewissen Orten und bey günstigen Umständen einige Erzeugnisse, die denen unserer Mineralien ähnlich sind, Statt finden können. Zum Beyspiel, wenn man im Süd-Meer kleine Inseln siehet, die aus Kalklagern gebildet sind, in denen sich Korallen finden, die mit denen einige Metres tiefer unter dem Wasser lebenden allerdings Aehnlichkeit haben, so kann man schwerlich daran zweifeln: dafs jene Lager durch dasselbe Meer entstanden sind, über welches sie sich jetzt erheben. Viele Analogien scheinen anzuzeigen, dafs verschiedene unserer Muschelkalklager in Meeren niedergeschlagen wurden, die von den jetzigen wenig verschieden waren. Um mit einer bestimmten Thatsache zu schliefsen, will ich einen Sandstein anführen, den Saussure und Spallanzani gewissermaassen vor ihren Augen bilden sahen. „Ich habe, sagt „Saussure am Ufer des Meeres, vom Leuchtthurme „von Messina herab, beym Strudel von Carybda, „Sand gesehen, welcher in dem Augenblick, wo „die Wellen ihn anhäuften, beweglich war, allein, „welcher durch den kalkartigen Saft, den das Meer „hineindrängte, sich stufenweise so verhärtete, dafs „er zu Mühlsteinen dienen konnte: diese Thatsache „ist zu Messina kekannt; man fördert fortwährend Steine an die Ufer, ohne dafs der Vor„rath erschöpft oder das Ufer niedriger wird; die

„Wellen werfen wieder Sand in die Leeren und „in wenig Jahren verhärtet sich derselbe so sehr, „dafs man die Steine neuerer Bildung nicht mehr „von denen der ältesten Bildung unterscheiden kann. „Sauss. §. 305."

Zweyte Abtheilung. Von den innern wirkenden Kräften.

Die Kräfte, welche die Erdkugel in ihrem Innern verbirgt, und deren Daseyn sich auf ihrer Oberfläche veroffenbaret hat, sind uns nur durch die Erscheinungen der Vulcane und Erdbeben bekannt. Wir wollen in gegenwärtigem Abschnitte von diesen beyden Arten von Erscheinungen handeln, und uns sodann einige Bemerkungen über ihre Ursachen erlauben. Wir wollen in der zweyten Abtheilung dieses Capitels die Veränderungen prüfen, die sie auf der Erd-Oberfläche bewirken oder bewirkt haben können.

a) Von den Vulcanen und vulcanischen Erscheinungen.

Die Vulcane sind, wie man weifs, Oeffnungen in der Erdrinde, aus welchen von Zeit zu Zeit Auswürfe von (entzündeten) brennenden Substanzen geschehen, und Ströme von geschmolzenen Materien sich ergiefsen, welche den Namen Lava führen. Diese Oeffnungen sind fast immer auf dem Gipfel einzeln stehender Berge, sie haben die Form eines Trichters und nehmen den Namen Krater an.

Nachdem wir blos einen Blick, besonders in Bezug auf ihre Lage geworfen haben, wollen wir

zur Untersuchung verschiedener Erscheinungen, die sie darstellen, übergehen: dies wird gewissermaassen die *Physik der Vulcane* seyn. Die mineralogische Beschaffenheit und Zusammensetzung der vulcanischen Gebirge werden der Gegenstand eines besondern Capitels in dem zweyten Theile dieses Werkes seyn.

Lage der Vulcane.

§. 54. Europa stellt uns wenig *brennende Vulcane* dar. An den Küsten Siciliens sehen wir den *Aetna* sich, wie einen Colofs, bis zu einer Höhe von 3400 Metres erheben. Der Küste von Italien zur Seite haben wir den *Vesuv*, welcher kaum den dritten Theil von jener Höhe erreicht: zwischen inne in den Liparischen Inseln finden wir den kleinen Vulcan von *Stromboli* und die alten Vulcane von *Volcano* und *Volcanello*, welche noch rauchen. Die Inseln des Archipels zu Milo und Santorin stellen uns ebenfalls Berge dar, die unsere Väter schreckliche Feuer-Erscheinungen erzeugen sahen. Im Norden zeigt uns Island, mitten unter seinen Schnee-Gegenden, den *Hecla*, welcher ungefähr 1200 Metres hoch ist, und noch 5 andere Vulcane: es scheint, dafs noch einer weiter im Norden, in den Eisgegenden Grönlands vorhanden ist.

Das feste Land von Asien wird uns nur eine sehr kleine Anzahl aufzuweisen haben: man zählt kaum 3 oder 4 an seinen mittäglichen Küsten oder an den Ufern des caspischen Meeres; in seinem nördlichen Theile ist keiner vorhanden; gegen Osten enthält die Halbinsel von Kamschatka 5 oder 6; allein auf denen dieses feste Land umgebenden Inseln, ist ihre Anzahl beträchtlich; es erheben da-

selbst sich deren mehr als hundert. Die Inseln, welche Africa begränzen, so wie die Insel Bourbon, Madagascar, die Inseln des Cap Verd, die canarischen, die azorischen Inseln, enthalten deren noch mehrere.

In America sehen wir, aufser den Vulcanen, in den Antillen dergleichen, grofsen Theils in einer sehr merkwürdigen Lage, auf dem Rücken jener grofsen Cordillere, welche, einem ungeheuren Damme oder einem sehr hohen Walle ähnlich, den westlichen Theil des neuen Continents begränzt. Nicht allein durch ihre Lage, sondern auch durch ihre colossalische Form, durch die Beschaffenheit der Massen, aus denen sie bestehen, und ihrer Producte sind verschiedene von ihnen wirklich merkwürdig; es gehen zwar keine Feuer-Ströme, aber Ströme von Wasser und Koth von ihnen aus. Die ganze Anzahl der Vulcane in America beträgt ohngefähr funfzig; sie finden sich gleichsam gruppenweise beysammen; das Königreich von Guatimala hat gegen zwanzig; unter welchen der Guatimala gegen 4600 Metres hoch ist; in Mexico sehen wir deren sechs, unter welcher Anzahl der berühmte und neuere Vulcan Jorullo begriffen ist: allein in Peru sind die beträchtlichsten, es sind derselben sieben, unter welchen wir den *Pichincha*, der gegen 5000 Metres Höhe hat, den Cotopaxi, welcher sich 5750 Metres erhebt, und den Antisana, welcher 6000 Metres Höhe erreicht, anführen.

Hr. Ordinaire rechnet bestimmt 205 brennende Vulcane; 107 sind auf den Inseln und die andern 98 auf den festen Ländern, aber längs der Küsten; die entferntesten vom Meere sind die in America: in Peru giebt es deren, die gegen 30 Meilen davon entfernt sind, und der *Popocatepec* bey Mexi-

co, der übrigens nur ein rauchender Vulcan ist, befindet sich in einer Entfernung von 56 Meilen vom Meere.

Die Lage aller noch thätigen Vulcane in der Nachbarschaft des Meeres ist eine Thatsache, welche verdient bemerkt zu werden; und dies um so mehr, da man beobachtet, dafs es *Vulcane im Meere* (volcans sous-marins) giebt, die im Wasser brennen; die kleinen Inseln und Erscheinungen, welche die Vulcane an den Küsten von Island, in den Azoren, (azorischen Inseln) erzeugen, lassen keinen Zweifel über ihr Daseyn.

Aufser den thätigen Vulcanen enthält das Innere unserer festen Länder noch eine grofse Anzahl *erlöschter Vulcane*, die jedoch ihre Urgestalt oder unbestreitbare Ueberreste dieser Gestalt noch an sich tragen.

Vielleicht hat kein Land deren mehr aufzuweisen, als Frankreich, und keines vielleicht ist in dieser Hinsicht merkwürdiger: es sind mehr als hundert in der Auvergne, Vivarais und den Sevennen: sie sind kleine kegelförmige, aus Laven, Schlakken und vulcanischen Steinen, die über einander gehäuft sind, bestehende Berge; an mehrern bemerkt man einen mehr oder weniger erhaltenen Krater, und manchmal siehet man gleichsam, wie die Laven von dem Fufse der Berge aus mehrere tausend Metres weit sich erstrecken, und an welchen noch vollkommen die Stromgestalt sichtbar ist: die Materie, aus denen diese Berge bestehen, ist schwarz, rufsig, zum Theil schlackenartig, theils dicht [1]).

1) Man sehe die Beschreibung nach, welche ich von den vulcanischen Bergen in Auvergne in dem Journal de physique im 58sten Bande gegeben habe.

Wir bemerken noch, dafs die Vulcane jener verschiedenen Gattungen nie, oder fast nie, einzeln sind; sie sind gruppenweise vereinigt. Wir haben oben gesehen, dafs es mit denen in America auch so ist, desgleichen auch in Asien und den verschiedenen Archipeln: in Europa, in Island, im südlichen Italien und in den griechischen Inseln kommen drey solche Gruppen von der ausgezeichnetesten Art vor.

Manchmal sind die Vulcane in einer Reihe neben einander in einer Richtung vereinigt, und stellen gleichsam einen Zug vor: ich habe einen solchen, sehr merkwürdigen Zug, unter den verlöschten Vulcanen in den Umgebungen des Puy-de-Dôme bemerkt; Hr. von Humboldt hat eine ähnliche Beschaffenheit bey verschiedenen in America beobachtet.

Allgemeiner Begriff von den vulcanischen Erscheinungen.

§. 55. Die Vulcane werfen nicht immer Feuer aus; es fliefst nicht immer Lava aus denselben; sie bleiben ganze Jahrhunderte in Unthätigkeit und gleichsam im Schlummer. Der Vesuv war seit undenklicher Zeit verlöscht, als er auf einmal von seinem langen Schlaf erwachte, sich plötzlich, zur Zeit der Regierung des Titus, entzündete, und die Städte Pompeja, Herculanum und Stabies unter den Producten seiner Auswürfe begrub: er schlummerte zu Ende des funfzehnten Jahrhunderts von Neuem ein; und als er im Jahre 1630 wieder zu wirken anfing, war sein Gipfel bewohnt und mit hohen Holze bedeckt. Die Einwohner von Catana sahen das, was die Geschichte von den Ausbrüchen des

Aetna berichtete, als Fabeln an, als auf einmal ihre Stadt verwüstet und theilweise durch das Feuer dieses Vulcans zerstört wurde.

Das unterirdische Brüllen und Getöse, die Erscheinung oder Vermehrung des Rauchs, welcher aus dem Krater strömt, sind gewöhnlich die ersten Zeichen vulcanischer Ausbrüche. Bald wird das Getöse stärker, die Erde zittert, sie erhält Stöfse und alles zeigt an, dafs sie in Thätigkeit ist; der Rauch verdoppelt, verdickt und vermischt sich mit Asche; wenn die Luft ruhig ist, so sieht man ihn in der Gestalt einer ungeheuern Säule zu einer grofsen Höhe empor steigen; da er sich nun da in einer dünnen Luft befindet, so hört er auf zu steigen; sein oberer Theil dehnt sich aus und bildet dabey einen dicken auf einem dünnen Schafte entfalteten Gipfel [1]).

Andere Male zerstreuet sich der Rauch in die Lüfte; er bildet grofse und dicke Wolken, welche den Tag verdunkeln und die ganze Gegend rings herum mit Finsternifs bedecken. Jene Säulen und Wolken werden oft von ungeheuren Würfen von entzündeten, den Flammen ähnlichen, Sande durchschnitten, welcher sich zu aufserordentlichen Höhen erhebt; bisweilen werden sie von Blitzen durchzogen, und scheinen den Donner von allen Seiten herab zu schleudern. Bald kommen Würfe von glühenden Steinen und geschmolzenen Massen an; sie sind gleichsam ungeheure Bouquets, wie bey ei-

1) Cujus similtudinem et formam non alia magis arbor quam pinus expressit (dessen Aehnlichkeit und Form ein Fichten- oder Tannenbaum ausdrückt) sagt der junge Plinius, Zeuge der ersten Eruption des Vesuvs, welche Eruption seinem Oncle den Tod zuzog.

nem Feuerwerke, welche in gröſsern oder kleinern Zwischenzeiten hintereinander aufsteigen; sie fahren oft mit einer sehr starken Explosion aus dem Vulcan, erheben sich aus einander fahrend in die Luft, und fallen ganz um die vulcanische Mündung herum, in Gestalt eines Aschenregens und Hagels von Schlacken oder Steinen, herab.

Die Stöſse und Erbebungen dauern jedoch fort und verdoppeln sich; mitten unter diesen Zuckungen und bey diesen Anfällen wird die geschmolzene Materie, womit die unterirdischen Oefen angefüllt waren, und welche schon in das Innere des Berges geführt worden, erhoben; sie steigt bis in den Krater, füllt ihn an, und indem sie den niedrigsten Theil dieser ungeheuern Oeffnung überschreitet, verbreitet sie sich über die Gehänge des Vulcans; bald flieſst sie mit einer auſserordentlichen Geschwindigkeit herab, bald, und zwar noch öfter, wie ein majestätischer Fluſs seine friedlichen Wellen ruhig fortrollt. Sehr häufig geschieht es, daſs, wenn die Lava steigt, die Wände, welche sie enthalten, ihrem ungeheuern Drucke oder ihrer Hitze nicht widerstehen können, sondern nachgeben und sich öffnen: sie sprudelt und bricht durch diesen neuen Ausgang, wie ein heftiger Strom hervor, Feuer-Ströme und Flüsse gehen bis an den Fuſs des Berges, sie verbreiten sich bis auf den benachbarten Boden, indem sie alles, was sich auf ihrem Laufe findet, mit fortreiſsen, oder verbrennen, und alle Hindernisse, die sich ihnen da entgegen stellen, entweder überspringen oder umwerfen: sie scheinen nur den Gesetzen der Bewegung zu gehorchen, nach welchen die Flüssigkeiten sich nach und nach auf tiefere wagrechte Ebenen hinabsenken.

Man könnte sagen, daſs in jenem schrecklichen Zeitpuncte die Natur dem Menschen alle ihre Verheerungs-Mittel zeigen und selbige in Thätigkeit setzen wollen. Mitten unter den Feuer-Strömen flieſsen manchmal ungeheure Ströme von Wasser und Koth aus den Vulcanen und Fluthen, die aus der Atmosphäre fallen, vergröſsern die Verheerung, verwüsten Felder, welche die Laven verschont hatten, und bringen die gröſste Bestürzung in Orte, die sich schon glücklich schätzten, daſs sie dem Unglück der Eruption entgangen waren. Mephitische Gase, bösartige Ausdünstungen verbreiten sich bisweilen in verschlossenen (versteckten) Orten; sie bringen Thiere um, zerstören alle Vegetation und bringen das Unglück aufs höchste.

Nach dem Ausfluſs der Laven scheint die Erde von dem Uebel befreyt zu seyn, welches sie quälte; die Bebungen hören auf, die Ausbrüche und Auswürfe verringern sich auf einige Zeit, und der Vulcan genieſst einen Augenblick Ruhe: allein bald bringt ein neuer Anfall, und oft auf eine noch schrecklichere Weise, die nämlichen Erscheinungen hervor, und dieser Zustand der Dinge dauert eine mehr oder weniger beträchtliche Zeit fort. Endlich hört die Crisis auf und der Vulcan nimmt entschieden seine ursprüngliche Ruhe wieder ein.

Wir wollen nun einigermaaſsen einzeln untersuchen, was jede der Erscheinungen, die wir so eben herausgehoben haben, merkwürdiges darstellt. Wir wollen nach und nach von den Erzeugnissen der *Auswürfe*, das heiſst, von den durch die Vulcane in die Atmosphäre geschleuderten Materien und von den Producten der *Eruptionen* oder den Laven handeln, die sie ausgieſsen.

Auswürfe. Rauch.

§. 56. Die ungeheuren Rauchsäulen, welche man bisweilen mit einer außerordentlichen Schnelligkeit aus dem Krater aufsteigen siehet, bestehen hauptsächlich aus Wasserdunst. Dieser Dunst ist gewöhnlich mit einigen gasartigen Substanzen und besonders mit Wasserstoffgas, bisweilen auch mit kohlensaurem Gas vermischt: oft ist es auch Säure; gewöhnlich ist es Schwefelsäure, allein häufig auch und besonders beym Vesuv, Salzsäure. Manchmal ist der Rauch der Vulcane schwarz und rußig: als im Jahre 1805 die Hrn. von Humboldt, von Buch und Gay-Lussac am Rande des Kraters vom Vesuv wären, wurden sie über den bergpechartigen Geruch der sie umgebenden Rauchwolken in Verwunderung gesetzt [1]); allein gemeiniglich ist er weißlich und enthält eine sehr große Menge vulcanischer Asche.

Asche.

§. 57. Diese Asche, welche blos die Substanz von Lava, mechanisch bis in ihre kleinsten Theile getheilt, zu seyn scheint, wird von grauen Pulvertheilchen von außerordentlicher Feinheit, die mit dem Wasser einen Teig machen, gebildet; sie ist stets mit einer größern oder kleinern Menge Sand vermischt, welcher ihr die schwärzliche Farbe giebt, die sie bisweilen hat.

Die Ströme von Gas und Dunst, welche aus den Kratern steigen, ziehen die Asche mit fort, führen sie in die Atmosphäre, wo sie ungeheure Wolken bilden, die dick genug sind, um den be-

1) Bibliotheque britannique Tom. 30.

nachbarten Gegenden das Tagelicht zu rauben. Bey der Eruption des Hecla im Jahre 1766 brachten dergleichen Wolken eine solche Dunkelheit hervor, dafs zu Glaumba, in einer Entfernung von mehr als 50 Meilen von dem Berge, man sich nur durch Fühlen fortfinden konnte [1]).

Bey dem Ausbruch des Vesuvs im Jahre 1794 konnte man zu Caserta, 4 Meilen weit, nur beym Fackelschein herumgehen [2]). Den 1ten May 1812 bedeckte eine Sand- und vulcanische Aschen-Wolke, die von einem Vulcan der Insel St. Vincent kam, das ganze Barbados und verbreitete daselbst eine so dicke Finsternifs, dafs man zu Mittage im Freien die Bäume und andere nahe Gegenstände, auch nicht einmal ein 6 Zoll vor die Augen gehaltenes Schnupftuch gewahr wurde [3]).

Die Entfernung, in welche die Materien, die jene Arten von Wolken bilden, durch die Winde und die Strömungen der Atmosphäre geführet werden, ist wirklich aufserordentlich; von St. Vincent bis Barbados sind mehr als zwanzig Meilen: funfzig Meilen von Hecla bis Glaumba. Procopius berichtet, dafs im Jahre 472 die Asche des Vesuvs bis nach Constantinopel, nämlich 250 Meilen weit, geführet worden: aber bestimmter ist es, dafs sie im Jahre 1794 den 50 Meilen entfernten Grund von Calabrien in dicke Wolken hüllte: eine grofse Anzahl Berichte geben mehr als 100 Meilen Entfernung an, bis wohin die Asche durch die Vulcane in Asien und America geworfen worden.

1) Olaffen's Reise durch Island.

2) Breislack, Voyages dans la Campanie.

3) Annales de physique et de chimie Octbr. 1818.

Diese Aschen-Regen erzeugen in den Ländern, wo sie fallen, oft sehr dicke erdige Schichten, welche vom Wasser ausgebreitet und durchdrungen, die *vulcanischen Tuffe* bilden, wovon wir in dem zweyten Theile dieses Werkes handeln werden.

Vulcanischer Sand.

§. 58. Der vulcanische Sand bestehet aus sehr kleinen Theilen von Materien der Laven, welche in der Gestalt kleiner Tröpfchen in die Höhe geworfen, sich verdickt haben: es sind nur sehr kleine Schlacken, oder Stückchen von gewöhnlichen Schlacken, übrigens sind sie mit vielen kleinen Augit und Feldspath-Krystallen oder Bruchstücken derselben vermischt.

Die Menge Sand, welche die Vulcane auswerfen, ist ungeheuer: sie bilden den gröfsten Theil der Auswürfe und der Haupt-Masse verschiedener vulcanischer Berge, zum Beyspiel, des Aetna, nach Dolomieu.

Die feinsten Sandkörner vermischen sich mit der Asche und machen einen Theil der Wolken aus, wovon wir im vorhergehenden Paragraph gesprochen haben.

Schlacken.

§. 59. Die Schlacken sind ebenfalls Theile der in den unterirdischen Heerden geschmolzenen und sich bis zum Krater erhobenen Materie: die Gasarten, welche aus diesen Heerden hervor kommen, ziehen, indem sie das Lava-Bad mit aufserordentlicher Kraft und Schnelligkeit durchschneiden, einige Theile mit fort und führen sie in die Atmosphäre. Dort theilen sie sich noch in Folge des

Widerstandes der Luft; und indem sie sich verdikken nehmen sie das blasige und gehackte Ansehen an, welches unsere Schmiede-Schlacken so oft haben, oder welches das Bley und Zinn darstellt, welches man im geschmolzenen Zustande ins Wasser geworfen hat. Oft hatte sich das Bad der flüssigen Materie in dem Krater oder Vulcan schon auf seiner Oberfläche verdickt und mit einer mehr oder weniger dicken Rinde bedeckt; allein die Gasarten durchbrechen diese Rinde und schleudern bey ihrer Entwickelung Stücke in die Atmosphäre; sie führen ebenfalls die Schlacken und Krystalle, welche sich schon in dem Bade gebildet hatten, mit in die Höhe.

Wenn die Materie der Lava, welches oft geschiehet, im weichen Zustande in die Höhe geworfen wird, so geschiehet es bisweilen, daſs sie bey ihrer Verdickung in der Luft die Form der Tropfen, Thränen und der länglichen Sphäroide annimmt, denen man den Namen *vulcanische Bomben* gegeben hat: an den verlöschten Vulcanen in der Auvergne habe ich eine sehr groſse Menge dergleichen Bomben bemerkt, ihre Oberfläche war glatt und das Innere porös. Oft sind die Schlakken noch weich, wenn sie auf die Gehänge des Berges fallen, und platten sich durch die Wirkung ihres Falles ab: als Hr. von Buch im Jahre 1805 auf dem Vesuv war, sahe er aus einer kleinen Mündung Bündel von entzündeter Materie stoſsweiſse herausfahren: sie fielen in noch glühenden Tropfen, die man leicht kneten und gieſsen konnte, herab.

Die Schlacken werden von einer groſsen Menge Crystalle, hauptsächlich von Augit begleitet.

Ungeschmolzene Steine.

§. 60. Die Vulcane werfen bisweilen Steine aus, wovon mehrere keine Spur von Schmelzung an sich tragen: wahrscheinlich sind selbige Bruchstücke der Gesteine, welche die Wände der innern Höhlungen bilden; sie werden durch einen Strom elastischer Flüssigkeiten hinweggerissen und in die Höhe geworfen. So findet man auf dem Vesuv eine grofse Menge Bruchstücke von dem Vulcan ausgeworfenen körnigen Kalk- und glimmerartigen Gesteins, woran nicht die mindeste Veränderung wahrzunehmen ist.

Wurf-Kraft der Vulcane.

§. 61. Welches ist der höchste Grad jener Kraft, welche eine so grofse Menge Materie in eine so grofse Höhe wirft? Ich habe sie bestimmen wollen: zu dem Ende habe ich in den verschiedenen Verhältnissen vulcanischer Eruptionen die Höhen oder Entfernungen gesucht, in welche Massen von einer bekannten Gröfse geführt worden seyn könnten: allein ich habe in dieser Hinsicht nichts genaues gefunden: übrigens sind noch andere Data zur Auflösung der Aufgabe nöthig, wie zum Beyspiel der Punct, von wo die Massen ausgeworfen worden, der Winkel, unter welchem solches geschehen ist, u. s. w. worüber wir unmöglich bestimmte Urkunden haben können. Unterdessen nahm ich die bestimmtesten Thatsachen, welche ich fand, an, fügte die Annahmen hinzu, welche in den Gränzen der Wahrscheinlichkeit die gröfste Wurfgeschwindigkeit geben mufsten, indem ich dabey die genauesten Formeln der Wurfbewegung anwendete, und habe nicht gefunden, dafs jene gröfsere Ge-

schwindigkeit für den Vesuv und Aetna derjenigen gleich war, welche unsere Kanonenkugeln beym Herausfahren aus dem Geschütz haben; also eine Geschwindigkeit von 4 bis 500 Metres in einer Secunde.

Die gröfsten Wirkungen des Wurfes beym Vesuv, in Rücksicht der Geschwindigkeit, bestehen vielleicht in grofsen, in die Höhe geschleuderten, Steinen, welche Höhe, wie man sagt, seiner eigenen, nämlich 1200 Metres über dem Krater, gleich ist. Der riesenmäfsige Cotopaxi hat ein Felsenstück von ohngefähr 106 cubischen Metres 3 Meilen weit geworfen [1]).

Wenn der Pic auf Teneriffa, dessen Höhe 3700 Metres über dem Meere beträgt, Lava aus dem Krater würfe, so würde die Kraft, welche die Säule erhübe, tausendmal so viel als der Druck der Atmosphäre am Meere betragen, und wenn in dem Vulcane eine Oeffnung entstünde, so würden die Laven sowohl, als die Steine und Körper, die sie von sich stiefse, mit einer Geschwindigkeit von 270 Metres in jeder Secunde heraus fahren.

Von den Eruptionen oder den Laven.

Da alle Erscheinungen, welche die Bildung der Laven, sowohl als ihre Höhe, in den vulcanischen Gebirge erzeugen und begleiten, unsern Beobachtungen gänzlich entzogen sind, so haben wir blos die Thatsachen zu erwägen, welche die Laven uns über die vulcanischen Gebirge und die Gegenden, wo sie sich verbreiten, darstellen.

1) La Condamine, Voyage à l'équateur.

Von der Lava in dem vulcanischen Berge.

§. 62. Die Unmöglichkeit, die Lava zu sehen, wenn sie in den vulcanischen Heerd getreten ist, und die Gefahr, sich den Kratern zu nähern, wenn die Lava mitten unter Unruhen steigt, machen die Beobachtungen über ihr flüssiges Wesen im Innern des Berges äufserst selten, und folglich äufserst kostbar. Ich führe einige dieser Beobachtungen an.

Beym Ausbruch des Vesuvs im Jahre 1753 sahe man in einem Theile des Kraters eine flüssige und glühende Materie, ganz der eines in unsern Schmelz-Oefen geschmolzenen Metalles ähnlich: sie sprudelte unaufhörlich heftig und gab das Ansehen eines mäfsig bewegten Sees.

Von Zeit zu Zeit sprangen aus der Mitte grosse Würfe derselben Materie hervor, welche sich bis 30 oder 40 Fufs erhoben, entfalteten und in verschiedenen Bogen wieder herab fielen.

Als Spallanzani im Jahre 1788 den Gipfel des Aetna zu einer Zeit bestiegen hatte, wo der Vulcan ganz ruhig war, konnte er in den Krater hineingehen: er sahe in der Tiefe eine Oeffnung von gegen 30 Fufs, aus welcher senkrecht sich eine sehr weifse Rauchsäule erhob, welche in ihrem innern Theile einen Durchmesser von 20 Fufs haben konnte. Als er sich dem Rande zu der Zeit näherte, wo die Säule vom Winde auf die entgegengesetzte Seite getrieben wurde, sahe er in der Tiefe der Oeffnung eine flüssige entzündete Materie, welche die Bewegung einer sehr leichten Aufwallung hatte; man sahe sie fast bis zum tiefsten Puncte des Kraters fallen und dann wieder steigen; dies war Lava. Die Steine, welche man hineinwarf, verursachten ein Geräusch, demjenigen ähnlich, welches ent-

standen seyn würde, wenn sie auf einen Teig gefallen wären.

Als derselbe Beobachter sich auf dem Gipfel des Stromboli befand, war er glücklich genug, die Bewegungen der damals den Krater füllenden Lava zu sehen. Sie glich geschmolzener Bronze, erniedrigte und erhob sich durch beständige Oscillationen, wovon die gröfsten nicht zwanzig Fufs betrugen. Als sie 25 bis 30 Fufs gegen die obern Ränder des Kraters zu ankam, schwoll ihre Oberfläche an; es bildeten sich grofse Blasen, welche oft einige Fufs im Durchmesser hatten, und indem sie zerplatzten, ein Geräusch machten, das dem eines sich nicht wiederholenden Donnerschlags ähnlich war. Im Augenblick der Explosion sprang eine in tausend Stücken getheilte Masse von Lava mit einer unausdrückbaren Geschwindigkeit hervor und warf viel Rauch und Sternchen aus. Gleich darauf fiel die Lava, stieg sodann wieder, und erzeugte eine neue Explosion, einen neuen Wurf, und so immerfort. Sie fiel ruhig hinab; allein als sie wieder stieg und zu schwellen anfing, verursachte sie ein Rauschen, ähnlich dem einer Flüssigkeit, welche durch die Wirkung einer starken Wallung überläuft [1]). Dieser interessante Umstand zeigt offenbar, dafs das Aufsteigen der Lava, ihre Explosionen und Auswürfe nur eine Wirkung der Erzeugung und Entbindung elastischer Flüssigkeiten ist.

Ausflufs und Gang der Lava.

§. 63. So aufserordentlich auch die Kraft jener Flüssigkeiten seyn mag, so ist sie doch in den

1) Spallanzani, Voyage dans les deux Siciles, chap. VIII. et X.

grofsen Vulcanen kaum hinreichend, die Lava bis zu den Gipfeln derselben zu erheben, oder vielmehr, stellen die Abfälle des Berges dieser langen und schweren Säule von geschmolzenen Steinen nicht genug Widerstand entgegen, um die Lava zu halten; sie drückt oder schmelzt die Seitenwände, welche sie umgeben, und macht sich also eine Oeffnung, durch welche sie mit aufserordentlicher Geschwindigkeit herausfährt; dann ist ihre Oberfläche hell, glühend und einem geschmolzenen Metalle oder Glase ähnlich. Zu keiner uns bekannten Zeit haben der Pic von Teneriffa und die grofsen Vulcane in America Lava durch ihren Krater ausgeworfen: und bey zehn Ausbrüchen des Aetna sind neun derselben an der Seite des Berges geschehen.

Allein nicht so ist es mit dem Vesuv und andern kleinen Vulcanen; gewöhnlich nimmt die Lava, auf deren Oberfläche Schlacken schwimmen, ihren Ausgang dergestalt, dafs sie aus dem Krater herausspringt; ihre Farbe ist röthlich braun und ihre Bewegung geschiehet langsam.

Beym Herablaufen, längs der Abfälle des Berges, graben die Ströme sich in dem Sande, den sie durchschneiden, ein Bette aus; sie ziehen einen Theil der Schlacken mit fort, die sie auf ihrem Wege finden. Wenn sie an den Fufs gelangt sind, so nimmt ihre Geschwindigkeit ab, sie verbreiten und theilen sich in verschiedene Zweige, indem sie der Beschaffenheit und Neigung des Bodens folgen, auf den sie fliefsen.

Nach Dolomieu's Beobachtungen geschiehet ihre fortschreitende Bewegung auf zweyerley Art: einmal rollt die Materie, aus der die Lava-Ströme bestehen, auf sich selbst, das was oben ist, kommt nach und nach unten hin; und dann fliefst sie un-

ter einer schon verdickten Oberfläche. Wenn in letzterm Falle die Quelle versiegt und die Lava fortfährt, herabzufliefsen, so wird der mit dieser Fläche oder diesem Gewölbe bedeckte Raum das Bild einer langen Gallerie darstellen: noch öfter vermehrt sich aber auch die Materie, statt zu versiegen; dann schwellt der Strom an, hebt das Gewölbe in die Höhe, bricht es, und führt die Trümmer fort.

Bisweilen fliefsen die Ströme ruhig fort, indem sie eine ebene Oberfläche behalten, auf welcher man nur Rauch- und Flammen-Würfe bemerkt; allein oft wallen sie auf und werfen nach allen Seiten Koth aus; ihre Oberfläche schwillt an, wird mit grofsen und zahlreichen Blasen bedeckt; übrigens erzeugen kleine Winkel trichterförmige Eindrücke: wenn sie sich sodann verdickt, so bildet sie eine jener unebenen, borstigen und schlackigen Rinden, welche die meisten Ströme darstellen. Das Innere, welches weniger Bewegung erleidet, und einer gröfsern Zusammendrückung unterworfen ist, ist weniger blasig; die Poren sind kleiner und in geringerer Menge, und dies auf eine um so merklichere Art, je weiter man unter die Oberfläche eindringt. Sehr oft, und in Folge der fortschreitenden Bewegung, liegen jene Poren oder vielmehr jene blasenartigen Höhlungen in der Richtungs-Länge des Stromes, und ihre Scheide-Wände sind nach der Erkaltung glatt und wie emaillirt.

Geschwindigkeit der Ströme.

§. 64. Die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Lava-Ströme bewegen, zeigt die gröfsten Verschiedenheiten, selbst ohne die, vermöge welcher

die Lava durch die in die Abfälle des Berges gemachten Oeffnungen sprudelt, mit zu berücksichtigen. Die Geschwindigkeit hängt von der Neigung des Bodens, auf welchem die Bewegung geschiehet, sowohl als von der Menge und Zähheit der Materie ab. Auf dem Vesuv hat Hr. de la Torre Ströme 800 Metres in 1 Stunde durchlaufen sehen: Hamilton hat einen beobachtet, der 1800 Metres in derselben Zeit zurücklegte; beym Ausbruch im Jahre 1776 legte ein anderer einen Zug von 2000 Metres in 14 Minuten zurück. Hr. von Buch, Zeuge der Eruption im Jahre 1805, sahe einen Strom mit einer aufserordentlichen Geschwindigkeit von dem Gipfel herabfahren; in 3 Stunden war er an den Ufern des Meeres, eine Entfernung von mehr als 7000 Metres vom Anfangs-Puncte aus, in gerader Linie.

Dieser Autor bemerkt, dafs die Geschichte des Vesuvs kaum ein Beyspiel einer solchen Geschwindigkeit aufzuweisen hat [1]).

Uebrigens stellen besonders die ebenerwähnten Ströme aufserordentliche Geschwindigkeiten dar, denn im Allgemeinen bewegen die Laven sich langsam; die Laven des Aetna, welche auf einer geneigten Ebene fliefsen, werden für geschwind gehalten, weil sie 400 Metres in 1 Stunde durchlaufen. Auf ebenem Boden gebrauchen sie bisweilen ganze Tage, um einige Schritte vorwärts zu thun: Dolomieu führt eine an, welche zwey Jahre brauchte, um 3800 Metres zu durchlaufen.

1) Bibliotheque britannique Tom. 30.

Zähheit der Lava.

§. 65. Die geringe Geschwindigkeit der Laven rührt hauptsächlich von ihrer Zähheit her. Bisweilen scheint ihre Flüssigkeit beym Austritt aus dem Vulcan einem durch eine kleine Oeffnung sprudelnden Wasser ähnlich zu seyn; aber bald verliert sich diese Flüssigkeit und die Materie erhält eine aufserordentliche Klebrigkeit und Zähheit. Sehr grofse Steine, welche Spallanzani auf eine in Bewegung begriffene Lava warf, verursachten fast keinen Eindruck: Hamilton hatte Mühe im Jahre 1765 einen Stock in die Lava einzustofsen; und er durchging einen Strom, der gegen 20 Schritte breit war und wirklich noch langsam flofs.

Uebrigens mufs man bemerken, dafs in diesen Fällen der Strom mit einer mehr oder minder dikken und mehr oder weniger stehenden Materie bedeckt ist: mitten durch ihre Spalten hindurch siehet man die flüssige und glühende Lava unter der Rinde wegfliefsen, und sie springt hervor, wenn man diese Rinde zerbricht.

Diese teigige Eigenschaft der Laven macht, dafs ihre Ströme an den Rändern oft noch eine grofse Dicke behalten; letztere beträgt nicht selten 8 bis 10 Metres, sie war 30 Metres an einigen Stellen des grofsen Stromes, welcher im Jahre 1783 einen Theil von Island verwüstete.

Langsamkeit des Erkaltens.

§. 66. Die Langsamkeit, mit welcher die Laven erkalten, ist nicht weniger merkwürdig, als die, mit welcher sie sich bewegen. Wenn auch ihre Oberfläche die Flüssigkeit und hohe Temperatur verliert, so geschiehet solches doch nicht eben so

in ihrem Innern: hier drängt sich die Wärme zusammen und erhält sich ganze Jahre. Man führt Ströme an, welche noch 10 Jahr nach ihrem Ausfluſs aus dem Krater flossen; Laven rauchten auf dem Aetna noch 26 Jahr nach der Eruption. Indem Spallanzani über eine Lava ging, welche seit zwölf Monaten nicht mehr floſs, sahe er durch die Ritze ihrer Oberfläche, daſs sie noch roth war und ein Stock, den er hineinstieſs, fing Feuer. Stücken von Holz, welche Hamilton in die Spalten einer Lava des Vesuvs warf, die seit drey und einem halben Jahre ausgeflossen und zwey Meilen von dem Krater entfernt war, wurden sogleich angezündet.

Wärme der Laven.

§. 67. Einige Naturforscher, denen die geringe Wärme auffiel, welche die Lava-Ströme um sich verbreiteten, und in ihrer Masse Substanzen fanden, die das Feuer unserer Heerde schnell zerstört und verändert und welche dort fast unversehrt waren, haben die groſse Wärme der Laven in Zweifel gezogen. Sie haben sogar geglaubt, daſs sie einen andern flüssigen Urstoff, als die Wärme, enthielten: dies würde nach der Meinung Dolomieu's der Schwefel seyn.

Allein wir haben schon bemerkt, daſs die Rinde, womit sich bald die Lava-Ströme bekleiden, die Wärme auffängt: denn beym Ausfluſs aus dem Krater, wenn ihre Oberfläche noch glatt und glühend ist, verbreitet sie rings herum eine sehr beträchtliche Hitze, welche nicht verstattet, sich zu nähern, vornehmlich wenn man unter dem Winde ist. Jenes schnelle Auffangen der Wärme durch

eine verdickte Rinde hat nichts Aufserordentliches: man siehet es alle Tage in unsern Bley- und Kupferschmelzhütten: bald nachdem die geschmolzene Materie aus dem Ofen in die Auffange-Grube getreten ist, bedeckt sie sich mit einer Rinde von einigen Linien Dicke, welche die Wärme dergestalt aufhält, dafs man im Vorbeygehen nicht gewahr wird, ob man sich bey einer mit geschmolzenen Steinen, Schwefel und Metall angefüllten Grube befindet; allein sobald man diese Rinde in die Höhe hebt, so stellt die darunter befindliche Materie eine stechende Oberfläche dar, deren Hitze nöthiget, sich auf eine beträchtliche Weite zu entfernen. Die Beweise, welche man von den in Laven eingehüllten Körpern ziehen kann, sind weit entfernt, eine geringe Wärme dieser Laven darzuthun, sie scheinen mir vielmehr eine beträchtliche anzuzeigen. Die Flintensteine, welche von dem Lava-Strome, der im Jahre 1794 Torre del Greco zerstörte, eingehüllt waren, sind auf ihrer Oberfläche geschmolzen oder verglafst gefunden worden; Stücken von Schmiede-Eisen, die man aus demselben Strome zog, waren dreymal gröfser geworden, und im Innern in Octaedern cristallisirt; in Stücken von Glocken-Metall und Zinn hatte sich das Kupfer, das Zinn und der Zink u. s. w. getrennt [1]). Ob Stücken Kalkstein, die von der Lava teigig geworden, ihre Kohlensäure behalten haben, dies erklären die Versuche von Hall, aber man kann daraus nichts über die Wärme-Kraft folgern. Eben so ist es mit Stücken Holz, die in den Strömen, blos mehr oder weniger verkohlt, gefunden worden.

1) Breislack, Voyage dans la Campanie. Tom. I. p. 279.

Die Gleichartigkeit der Laven und ihre Cristallisation sind sichere Beweise von der vollkommenen Schmelzung aller Substanzen, die zu ihrer Bildung beygetragen haben, und folglich auch von der Kraft des vulcanischen Feuers.

Gröfse der Ströme.

§. 68. Man kann nichts Allgemeines über die Gröfse der Lava-Ströme sagen. Sie zeigt bey einem und demselben Vulcan die gröfsten Verschiedenheiten; und von einem Vulcan zum andern ist sie gewissermaafsen der Gröfse des Vulcans angemessen.

Der gröfste aus dem Vesuv geflossene Strom ist, nach Hamilton's Bericht, ohngefähr 14000 Metres lang; der bey der Eruption im Jahre 1805 war 8000, der im Jahre 1794 war 4200 Metres lang, 100 bis 400 Metres breit und 8 bis 10 Metres dick: der Strom, welcher im Jahre 1787 aus dem Aetna flofs, hatte einen viermal beträchtlichern Umfang; und Dolomieu berichtet, dafs dieser Vulcan einen Strom von mehr als 10 Meilen (lieues) Länge hervorgebracht hat. Allein der beträchtlichste der mir bekannten Ströme ist der, welcher im Jahr 1783 in Island eine Fläche von 20 Meilen Länge und 4 Meilen Breite bedeckt hat.

Indem sich die Ströme um die vulcanischen Mündungen herum auf einander lagern und sich mit den Producten der Auswürfe vermischen, so bilden sie die Berge, wozu sie gleichsam wie das Zimmerwerk sind.

Wässerige und kothige Auswürfe.

§. 69. Die Geschichtschreiber der vulcanischen Eruptionen erwähnen nur zu oft der durch die Vulcane ausgeworfenen Wasser- und Koth-Ströme, und diese Erscheinung ist zu außerordentlich, als daſs sie nicht unsere Aufmerksamkeit einige Augenblicke festhalten sollte.

Hr. Breislack bemerkt im Betreff dieser Ströme sehr richtig, daſs die meisten derselben und besonders die, welche der Sage nach aus dem Vesuv oder Aetna geflossen sind, nur von den groſsen Regengüssen herrühren, welche oft bey den vulcanischen Crisen Statt haben, und wovon wir in kurzer Zeit sprechen werden. Indem sich das Regenwasser mit den Sand- und Aschen-Theilchen vermischte, bildete es ohne Zweifel mehr oder weniger mit Erde beladene Ströme, welche auf den Abhängen des Berges herabflossen, und sich an seinem Fuſse ausbreiteten; und man vermuthete, daſs sie von dem Vulcan ausgeworfen worden wären. Man findet jedoch einige ziemlich zuverlässige Erzählungen, welche anzuzeigen scheinen, daſs wirklich dergleichen Ströme aus vulcanischen Mündungen geflossen sind. So sagen, zum Beyspiel, die Magistratspersonen des Landes im Jahre 1751 in einem über eine Eruption des Aetna aufgenommenen Protocolle, daſs aus diesem Vulcan ein groſser Strom brennenden und salzigen Wassers hervorkam, und eine halbe Viertelstunde floſs: er war so beträchtlich, daſs sie ihm den Namen Nilo d'aqua [1]) gaben. Dolomieu und Hamilton haben auf den Abfällen desselben Berges die Spuren eines *furcht-*

1) Memoires des savants étrangers, Tom. IV.

baren Stromes von heifsem Wasser, welches aus dem grofsen Krater flofs, beobachtet: dies sind die eigenen Ausdrücke der französischen Uebersezzung der Campi phlegraei (p. 49). Spallanzani, dieser vortreffliche Beobachter und Würderer der vulcanischen Erscheinungen, ist geneigt, zu glauben, dafs ein Theil der Tuffe im südlichen Italien von den kothigen Ausflüssen ihre Entstehung haben.

Die Vulcane in Island und America u. s. w., deren Gipfel sich über die untern Schnee-Regionen erheben, verbreiten oft Ströme um sich, welche das Land überschwemmen und aufserordentliche Verwüstungen anrichten: die Geschichtschreiber haben angegeben, dafs diese Ströme oft aus den Kratern gekommen wären; allein fast immer schreibt sich ihre Entstehung von den die vulcanischen Spitzen bedeckenden Schnee-Massen her, welche durch die starke Hitze, die der Vulcan bey seiner Thätigkeit verbreitet, geschmolzen sind. Bouguer und la Condamine haben jene schrecklichen Ströme ein ganzes Land aushölen sehen; und der letztere dieser Gelehrten berichtet, dafs sechs Stunden nach einer Explosion des Cotopaxi ein in einer Entfernung von dreyfsig Meilen, in gerader Linie und vielleicht sechszig Meilen nach den Krümmungen des Terrains, gelegenes Dorf, gänzlich fortgeführt wurde [1]).

Oft auch dringen die Gewässer in den Berg ein, sammeln sich da in besondern Behältern, und zur Zeit der Explosion, oder wenn der Berg in Folge eines Stofses sich spaltet, treten sie heraus und bedecken die benachbarten Gegenden. Bey

1) Voyage à l'èquateur.

dem Erdbeben, welches im Jahre 1746 Lima zerstörte, öffneten sich 4 Vulcane zu Luçanas und in dem Gebirge de la Conception, und verursachten eine schreckliche Ueberschwemmung [1]).

Die Vulcane des Königreichs Quito zeigen oft dieselbe Erscheinung; allein es ist selbige dort mit so aufserordentlichen Umständen begleitet, dafs es schicklich ist, in einige nähere Details über diesen Gegenstand einzugehen; wir wollen solches bewirken, indem wir eine in Klaproths Werken eingerückte Bemerkung des Hrn. von Humboldt, und besondere Belehrungen, die dieser Gelehrte uns ertheilte, zum Führer nehmen.

Die ungeheuren Kegel des Cotopaxi, des Pichincha, des Tunguragua u. s. w. sind gewissermaafsen nur die Gipfel der Vulcane, zu denen sie gehören, und deren Abfälle wahrscheinlich in die grofse Masse der Cordilleren eingeschlossen sind. Seit Menschengedenken haben sie keine wahren Laven ausgeworfen: doch hat Hr. von Humboldt dergleichen Ströme auf dem Sangay und sogar auf dem Antisana gesehen: man könnte sagen, dafs die vulcanischen Kräfte, welche selten die Gewalt besizzen, die Lava-Säule bis zu dem Gipfel des Aetna und des Pic von Teneriffa zu erheben, sie noch weniger in Vulcanen von einer fast doppelten Höhe haben werden: am Aetna, am Teneriffa u. s. w. kann sich die Lava eine Oeffnung am untern Theile des Berges machen, und so sich äufserlich verbreiten; allein dies kann der Fall nicht in Vulcanen seyn, deren Abfälle, bis zu einer Höhe von gegen dreytausend Metres, mit der ganzen Dicke der Cor-

1) Antonio Ulloa, Voyage en Amérique.

dilleren verstärkt sind. Diese Vulcane werfen blos Asche, Schlacken und Bimssteine aus [1]): sie speyen auch ungeheure Mengen Wasser und Koth, allein viel öfterer durch die an den Seiten des Kegels entstandenen Oeffnungen, als durch den Krater selbst. Jene kothigen Gewässer bildeten in den verschiedenen Hohlungen, welche diese ungeheuren Gebirge an ihren Abfällen enthielten, gleichsam grofse Seen oder grofse Pfützen: sie fliefsen heraus, wie wir gesagt haben, sobald ein Zufall ihnen eine Communication mit der Aufsenseite öffnet: so geschahe es im Jahre 1698, dafs der Vulcan von Carguarazo, der Nachbar und vielleicht ein Theil des Chimborasso, zusammenstürzte und achtzehn Quadrat-Meilen Land mit Koth bedeckte. Solche schlammige Gewässer sind noch in Gebirgen derselben Gegend enthalten, welche von vulcanischer Beschaffenheit sind, aber jetzt keine Spur von Feuer mehr darstellen; sie sind bey den grofsen Erschütterungen des Bodens ebenfalls ausgeworfen worden.

In Peru und Quito üben die Vulcane ihre Verwüstungen nicht durch das Feuer und die Ströme von entzündeten Materien, sondern durch das Wasser und ungeheure Flüsse von Koth, aus. Diese Substanz von einer anfänglich breyartigen Consistenz, welche aber bald verhärtet, führt in dem Lande den Namen Moya: sie zeigt zwey aufserordentliche Erscheinungen. Manchmal, so wie die Moya, welche die Gegend von Pelileo bey dem Erdbeben im Jahre 1797 überschwemmte und das

1) Sie werfen auch Flammen oder entzündete Materien, die wie Flammen erscheinen, aus. La Condamine hat dergleichen aus dem Cotopaxi fahren und sich bis 1000 Metres über dem Gipfel erheben sehen.

Dorf dieses Namens zerstörte, enthält sie einen brennbaren Grundstoff, welcher sie schwärzlich-schmuzig macht, und darin in so grosser Menge enthalten ist, dass die Einwohner sich dieser Moya, wie eine Torf-Erde, zu ihrer Heizung bedienen.

Sehr oft führen die, aus den unterirdischen Höhlen fliessenden, Gewässer eine grosse Menge kleiner Fische mit sich: es sind Arten von Pimoleden, (pimoledes cyclopum, Humboldt) wovon die grössten nicht länger, als vier Zoll sind: ihre Anzahl ist manchmal so beträchtlich, dass ihre Verwesung Krankheiten in dem Lande verursacht. Uebrigens sind sie eben so, als die in den Bächen der Gegend, beschaffen. Wer hat sie aber in die vulcanischen Seen gebracht? Es scheint, dass eine Mittheilung zwischen dem obern Niveau dieser Seen und der Oberfläche des äussern Bodens Statt finde.

Allein wer hat sie von dem Niveau dieser Oberfläche bis zu dem Gipfel der Vulcane, das heisst, bis zu einer Höhe von 2 bis 3000 Metres erheben können, denn sie kommen manchmal aus dem Krater heraus, und sind sehr wenig beschädigt? Es ist sehr schwer zu begreifen.

Nach allen dem, was so eben in diesem Paragraph gesagt worden ist, scheint es nicht, dass das Wasser und der Koth, welche aus den Vulcanen fliessen, aus denselben unter der Erde verborgenen Höhlen kommen, wo die vulcanischen Feuer ihren Heerd haben und die Materie der Laven zubereiten: die wässerigen und kothigen Eruptionen würden also nur Nebendinge bey den vulcanischen Erscheinungen seyn.

Kleine Vulcane von Luft und Koth.

§. 70. Die Auswürfe von Koth, Wasser und Gas, welche die Oberfläche der Erde an einigen Orten darstellt, sind noch mehr als Nebendinge zu jenen Erscheinungen zu betrachten; sie sind letztern sogar fremd. Da sie jedoch eine Wirkung der im Innern der Erde thätigen Kräfte sind, so wollen wir davon einige Worte sagen.

In einigen Gegenden sieht man aus dem Boden Wasserstrahlen springen, welche durch Gase getrieben werden und mit Erde geschwängert sind, die, indem sie sich in Gestalt von Koth in den Umgebungen und hauptsächlich um die Oeffnungen herum, welche sie ausgeworfen haben, ablagert, daselbst Kegel bildet, welche, es ist wahr, nach einem äufserst kleinen Maafsstabe an den Begriff von vulcanischen Kegeln erinnern, und welche man folglich *Luft-Vulcane* genannt hat.

Einer der merkwürdigsten ist der von Macaluba in Sicilien, wovon uns Dolomieu eine Beschreibung gegeben hat. Er besteht in einem kleinen Berge oder ungeheuren Haufen von trocknem Kothe, ohngefähr 50 Metres hoch. Sein oberer Theil, welcher 800 Metres im Umfange hat, stellt eine Menge kleiner Kegel dar, wovon die gröfsten nicht einen Metre haben, sie haben einen kleinen Krater mit dünnen Thon angefüllt, welcher von Zeit zu Zeit mit grofsen Gas-Blasen durchschnitten wird, die, indem sie zerplatzen, den Thon rechts und links werfen. Man hat gesehen, dafs jene Explosionen, Koth-Würfe bis zu einer Höhe von 60 Metres bringen.

Die Umgebungen von Modena enthalten eine grofse Anzahl dieser kleinen Koth-Vulcane; ihre Höhe beträgt nur einige Fufs; sie führen den Namen Salses, wegen der Salzigkeit des Wassers, welches sie verbreiten, eine Salzigkeit, die man auch zu Macaluba, und bey den meisten der kothigen Auswürfe anderer Orte, gefunden hat. Diese Salses sind von Spallanzani, der sie sorgfältig beobachtete, am genauesten beschrieben worden. Bey ihren gröfsten Anfällen werfen sie Steine von mehrern Centnern einige Metres weit aus, und speyen Ströme von Koth, die sich bis 1000 Metres weit

erstrecken: diese starken Explosionen erzeugen kleine Erderschütterungen in der Nachbarschaft. Das Gas, welches sie veranlafst, ist Wasserstoffgas, das mit Steinöl und ein wenig Kohlensäure geschwängert ist [1].

Pallas hatte Gelegenheit, dergleichen Luft-Vulcane in Crimra, vorzüglich in der Insel Taman zu beobachten: im Jahre 1794 öffnete sich ein solcher mit einem dem Donner ähnlichen Geräusch; es kamen Rauch und Flammen heraus, die sich mehr als hundert Metres erhoben; er warf grofse Massen trocknen Leimens in grofse Entfernungen, und spie Ströme eines bituminösen Schlammes aus, wovon einer 800 Metres lang war. Aehnliche Koth-Vulcane sind zu Java, zu Trinidad u. s. w. vorhanden. Man findet sie auch in America, in der Provinz von Carthagena, mitten in einer Hoch-Ebene. Hr. von Humboldt hat gegen zwanzig kleine Kegel gesehen, deren Höhe sieben bis acht Metres betrug; sie führen dort den Namen Volcancitos; sie sind von einem blaulichen Thone gebildet, und ihre Spitze stellt eine mit Wasser gefüllte Oeffnung dar, auf deren Oberfläche die Luft mit Geräusch zerplatzt, indem sie oft Koth mit auswirft.

Die Salses haben, nachdem was so eben ist gesagt worden, und nach Spallanzani's Beobachtungen, ihre Entstehung durch die Entbindung des Wasserstoffgases: eine jede dergleichen Entbindung, die in feuchten Orten entstünde und ein Thonlager durchlief, könnte eine Salse erzeugen: übrigens kennt man die zwischen der Thonerde und dem gemeinen Salze bestehende Verwandtschaft. Hr. Menard de la Groye, welcher diese Erscheinung besonders studirt, welcher bemerkt hat, dafs sich selbige hauptsächlich an Orten zeigt, wo das Steinöl häufig ist, und welcher auch noch beobachtete, dafs das Gas kohlensaures Wasserstoffgas war, glaubt, dafs sie durch jenes mineralische Bitumen entstanden [2].

Aus einer gleichen Ursache entstehen auch die Flammen, welche man bisweilen aus der Oberfläche der Erde, der Gewässer, und sogar der Felsen, entweder auf

1) Spallanzani, Voyages Tom. V.

2) Journal de physique. Tom. 86.

eine natürliche Weise oder bey Annäherung entzündeter Körper hervorbrechen siehet. *Jene hitzigen Gebirge und Quellen* sind auch in dem Modenesischen gemein und von Spallanzani beschrieben worden; man siehet dergleichen auch in der Dauphinée, in Persien u. s. w. [1]) im mittäglichen America, bey Cumana, hat Hr. von Humboldt aus zwey Höhlen in Kalkgebirgen Flammen hervorbrechen sehen, welche in einigen Augenblicken sich hundert Fuſs zu erheben schienen.

Uebrigens haben alle diese Erscheinungen, wie wir bemerkt haben, keine Verbindung mit den eigentlichen Vulcanen. Dasselbe wird man auch von den Erscheinungen sagen, welche die entzündeten Stein-Kohlenlager darstellen, von welchen wir sprechen wollen, wenn wir von den Kohlengebirgen handeln, welche Werner *Pseudo-Vulcane* nennt, und denen Pallas den Ursprung der Salses zuschreibt.

Springende Gewässer. Geisers.

§. 71. Allein derselbe Fall wird es nicht mit den Wassersprüngen (Sprudeln) seyn, die man in einigen vulcanischen Ländern siehet, und welche sehr wahrscheinlich eine Wirkung der vulcanischen Feuer sind. Die Quellen der Geiser in Island stellen uns davon das merkwürdigste Beyspiel dar: wir wollen es sogleich bekannt machen. Sechs Meilen nördlich von Skalhot, und zwölf Meilen von der Küste, in einem platten Lande, und am Fuſse von wenig hohen Hügeln, siehet man eine Menge kleiner Erd-Berge von verschiedenen Farben, aus welchen starke, heiſse mit Kiesel-Erde geschwängerte Quellen flieſsen. Die beträchtlichste, welche den Namen Geiser führte, befindet sich auf einem

1) Man sehe eine Abhandlung von Hrn. Menard über jene Gebirge, Journal de physique Tom. 85.

kleinen Berge von zwey bis drey Metres Höhe, und welcher auf seinem obern Theile einen fast cirkelrunden, einer Untertasse von ohngefähr 15 Metres Durchmesser und einen Metre Tiefe, ähnlichen Bassin hat. In der Mitte befindet sich eine Oeffnung, welche das obere Ende einer ungeheuren cylindrischen, 3 Metres im Durchmesser haltenden und bis zu einer Tiefe von beynahe zwanzig Metres bekannten, Röhre ist.

Der Bassin, so wie der Berg, ist von kieselartiger Materie; seine innern Wände, sowohl als die der Röhre, sind mit einer ziemlich glatten Kruste von derselben Materie bekleidet. Er ist gewöhnlich mit dem hellsten Wasser von der Temperatur des siedenden Wassers angefüllt. Das Wasser wankt hin und her; bald fällt es in die Röhre hinab, bald erhebt es sich und übergiefst die Ränder: oft geschieht das Aufsteigen mit einer solchen Schnelligkeit, dafs Sprünge entstehen, welche eine Höhe von ohngefähr dreyfsig und sogar nach frühern Zeugnissen, deren Genauigkeit freilich bestritten worden zu seyn scheint, hundert Metres erreichen.

In einer Entfernung von 120 Metres von dieser Quelle hat sich seit einiger Zeit eine andere geöffnet, welche man den *neuen Geiser* nennt, und welcher jenem in der Schönheit und der Dauer seiner Sprünge nichts nachgiebt: ein Augenzeuge beschreibt einen dergleichen auf folgende Art:

„Anderthalb Stunden lang wurde die Säule un„unterbrochen 150 Fufs hoch, bey 17 Fufs im „gröfsten Durchmesser, stark geworfen: sie sprang „mit einer solchen Kraft, dafs sie bis gegen den „Gipfel dieselben Dimensionen und die nämli„che Gestalt, als an der Grundfläche behielt.

„Die Steine, welche man in den Strudel warf, „stiegen sogleich mit bewundernswürdiger Ge„schwindigkeit mit der Wasser-Säule in die „Höhe, und sogar noch höher, als diese [1]).

Ein Vulcan von Madagascar wirft, sagt man, eine Wasser-Säule aus, die stark und hoch genug ist, um zwanzig Meilen im Meere gesehen zu werden [2]).

§. 72. Die Zeiten der Crisis, während welcher die Vulcane die eben angezeigten Erscheinungen darstellen, sind nur vorübergehend und von wenig Dauer, sie sind mit einer Ruhe von Jahren und sogar Jahrhunderten begleitet. Hr. von Humboldt bemerkt in dieser Hinsicht, daſs die Menge der Eruptionen im umgekehrten Verhältnisse mit der Gröſse der Vulcane zu seyn scheint: der kleinste derselben, der Stromboli wirft unaufhörlich seine Räder von entzündeten Materien; die Ausbrüche des Vesuvs sind häufig, man rechnet 18 dergleichen seit 1701: die des Aetna sind seltner; die des Pic von Teneriffa sind es noch mehr, und die colossalen Spitzen des Cotopaxi und Tunguragua haben kaum einen in einem Jahrhunderte aufzuweisen [3]).

Nach den stürmischen Zeiten folgt bisweilen eine vollkommene Ruhe: der Krater verstopft sich, bedeckt sich mit Wald: jene heiſsen Schmelzöfen,

1) Bibliotheque britannique, Tom. 57 und Makenzie, Travels in Iceland, Seite 212 und folgende. Dieses letztere Werk stellt Pläne und Durchschnitte der Geiser, sowohl als einen Versuch über ihre Theorie dar.

2) Ebel, Ueber den Bau der Erde u. s. w. 2ter Band, S. 289.

3) Humboldt Relation historique du voyage, Tom. I.

aus welchen Feuer-Ströme flossen, werden sogar die kalten Behälter einiger unterirdischer Seen, deren friedliche Gewässer sich mit Fischen bevölkern; die unlängst durch Ströme von geschmolzenen Steinen ausgefurchten Abfälle des Berges werden mit Schnee und Eis bedeckt.

Allein meistens ist die Ruhe nicht ganz sicher, der Krater bleibt offen, und es geht eine gröfsere oder geringere Menge von Dünsten heraus, welche die Massen angreifen, die ihnen im Wege sind; bald erzeugen sie daran verschiedene salzige Substanzen, wovon wir in dem zweyten Theile sprechen werden; bald bedecken sie selbige mit einer Schwefel-Kruste; bisweilen auch, indem sie Spalten durchziehen, setzen sie an den Wänden derselben metallische Materien ab.

Vulcanische Gebirge, woran jedoch seit geschichtlichen Zeiten keine Eruption Statt gefunden, und wo die Spuren vulcanischer Kegel fast verwischt sind, verrathen noch durch ihren Geruch und ihre Ausdünstungen das Feuer, welches sie ehedem verwüstete und welches noch nicht ganz verlöscht ist. Solche sind die Campi phlegraei (verbrannten Felder) an der Küste von Puzzuolo im Königreich Neapel: man siehet daselbst den Rest eines alten Vulcans, welcher das Ansehen einer Ebene hat, aus welcher eine Menge Rauchwolken aufsteigen, welche alle Körper, die sie erreichen mit einem schwefelartigen Anwurf bedecken; dieser sehr merkwürdige Ort führt den Namen Solfatara; wir werden in der Folge wieder darauf zurückkommen.

Meteorologische Erscheinungen, die mit den Eruptionen in Verbindung stehen.

§. 73. Nachdem wir die verschiedenen vulcanischen Erscheinungen bekannt gemacht haben, wollen wir einen Blick auf einige meteorologische Umstände werfen, welche die gröſsten Verbindungen mit jenen Erscheinungen haben.

Die Atmosphäre nimmt wenig Antheil an der Unruhe der Vulcane und das selbige umgebenden Bodens, sie bleibt gewöhnlich ruhig. Hr. von Buch, der zu Neapel alle Umstände einer Eruption des Vesuvs beobachtete, war verwundert: das Barometer mitten unter der Bewegung aller andern meteorologischen Instrumente unverändert bleiben zu sehen.

Man glaubt wohl, daſs vornehmlich das Electrometer in einer groſsen Bewegung seyn müsse; es zeigte einen Ueberfluſs von negativer Electricität in der Luft an. Die ungeheure Menge von Dünsten, welche sich während der vulcanischen Ereignisse bilden und wechselsweise verdichten, muſs ohnfehlbar entweder zu einer groſsen Aufzehrung oder Entwickelung von Electricität Veranlassung geben. Der Donner und die Blitze, welche die Dunst-Säulen durchkreuzen, sind eine Folge.

Es würde überflüssig seyn, die Thermometer-Stände zu erwähnen; man siehet leicht ein, daſs eine Luft, in welcher sich entzündete Sand-Wolken verbreiten, oft sehr heiſs seyn muſs: auch siehet man ein, daſs in der Nachbarschaft der vulcanischen Mündungen das Erdreich eine sehr beträchtliche Hitze erlangen muſs: selbige veranlaſst, wie wir erwähnt haben, das Schmelzen des Schnees und Eises, welches die Mündungen bedeckte: sie

kann vielleicht auch die Ursache des Versiegens der Quellen und Brunnen seyn, wovon fast in allen Berichten von vulcanischen Eruptionen Erwähnung geschehen, und welche Hr. de la Torre vorgiebt, zu Torre del Greco, zwölf Tage vor der schrecklichen Eruption im Jahre 1804 bestätigt zu haben; und er gab sie, fügt er hinzu, damalen für eine Vorbedeutung der Catastrophe an, die sodann eintrat [1]).

Da die unermeſsliche Menge von Dünsten, welche aus den Kratern steigen, zur Zeit der Ausbrüche, sich in einer kalten Mitte befinden, sobald sie in der Atmosphäre sind, so bilden sie daselbst ungeheure Wolken, welche sich in Wasser auflösen und Wasser-Ströme auf die benachbarten Gegenden ergieſsen [2]).

Das Meer scheint auch Theil an den Unruhen der benachbarten Vulcane zu nehmen; und man siehet es manchmal wechselsweise steigen und fallen. Vielleicht muſs man auch einer ähnlichen Oscillation das Sinken zuschreiben, welches dasselbe, wie man sagt, in der Nachbarschaft des Vulcans zu den Zeiten der Eruptionen erleidet, und welches von einigen Naturforschern, als von einer in die vulcanischen Höhlen gedrungenen Menge Wassers herrührend, betrachtet worden ist.

1) Journal de physique Tom. 61.

2) Man sehe die Abhandlung von Ducarla, über die Regen und die vulcanischen Ueberschwemmungen. Journal de physique Tom. 20.

b) Von den Erdbeben.

Verschiedene Arten von Erdbeben.

§. 74. In der Mitte der Vulcane oder in ihrer Nachbarschaft, in den vulcanischen Ländern, ist es, wo die Erdbeben am häufigsten oder am heftigsten sind: Peru, der südliche Theil von Italien, Island, die canarischen Inseln, die Antillen u. s. w. und die wenig entfernten Küsten, verschaffen uns unaufhörliche Beyspiele. Wir haben gesehen, dafs die vulcanischen Ausbrüche gewöhnlich mit Erdbeben begleitet sind. Es haben sich neue Vulcane geöffnet, neue vulcanische Berge sind mitten unter den Erschütterungen benachbarter Gegenden erzeugt worden. So giebt es also eine grofse Verbindung und engen Zusammenhang zwischen den Vulcanen und den Erdbeben: sehr wahrscheinlich sind es die Wirkungen einer und derselben Ursache, nämlich der unterirdischen Kräfte oder Feuer.

Wir können, mit Werner, zwey Arten von Erdbeben unterscheiden. Die einen scheinen zu einem besondern Vulcan zu gehören und mit ihm einen gleichen Heerd in derselben Region zu haben: sie scheinen nur auf einige Meilen oder auf einige Zehner von Meilen merkbar zu seyn, und fast immer sind ihre Anfälle mit denen des Vulcans verbunden. Die andern, welche ihren Heerd in einer viel gröfsern Tiefe zu haben scheinen, und deren Wirkungen viel gröfser sind, verbreiten sich mit einer unglaublichen Schnelligkeit in ungeheure Entfernungen; sie machen sich fast zu gleicher Zeit auf tausend Meilen entfernten Puncten bemerkbar.

Jedoch nähern sich einige derselben den erstern, und hängen auch von den vulcanischen Erscheinungen ab. So öffneten sich bey dem Erdbeben,

welches im Jahre 1746 Lima zerstörte, und welches eins der schrecklichsten war, die man je gesehen hatte, *vier* Vulcane in einer Nacht; und die Unruhe der Erde hörte auf[1]). Man könnte sagen, dafs die elastischen Flüssigkeiten, welche im Innern der Erde zurückgehalten und zusammengedrückt, dort grofse Stöfse erzeugten, sich einen Ausweg bahnten, frey machten, und die Natur von dem Uebel befreyt wird, was sie quälte. Büffon hatte schon folgende Bemerkung gemacht. „In den den Erdbeben unterworfenen Ländern, sagt er, hören die Erschütterungen, sobald ein neuer Vulcan entsteht, auf, oder machen sich nur bey den heftigen Ausbrüchen fühlbar, wie man auf der Insel Sct. Christoph beobachtet hat“[2]). Die Vulcane von Monte-Nuovo bey Neapel und von Jorullo im Mexicanischen haben uns Beyspiele derselben Thatsache verschaft.

§. 75. In den vulcanischen und noch rauchenden Gebirgen des Königreichs Neapel, ganz nahe an der Solfatara von Puzzuolo, spaltete sich im Jahre 1538 nach einem fast 2 Jahre lang ununterbrochenen Erdbeben, die Erde, und es stiegen Feuer und Dünste heraus; übrigens entstand noch eine Oeffnung, aus welcher sieben Tage lang sich eine solche Menge Stücken von Lava, Schlacken und Asche erhob, dafs diese rings herum niederfallenden Materien, fast den ganzen See Lucrin überschütteten, und durch ihre Anhäufung den Monte-Nuovo oder Monte di Cinere erzeugten, welcher ohngefähr 140 Metres Höhe über seiner

1) Ulloa Voyage en Amérique.

2) Histoire naturelle, Tom. I.

2600 Metres im Umkreise haltenden Grundfläche erhaben ist: seine Spitze zeigt noch die Reste des Kraters, welcher jene Materien ausgeworfen hat.

Auf eine vielleicht noch aufserordentlichere Art hat sich im Jahre 1759 der Vulcan Jorullo 50 Meilen östlich von Mexico und 36 Meilen vom Meere erhoben. Mitten in einer mit reichen Pflanzungen von Zuckerrohr bedeckten Ebene, und auf einem vulcanischen Boden, wurden fürchterliche Getöse, mit Erdschütterungen begleitet, verschiedene Tage nach einander wahrgenommen; die Ruhe schien wieder hergestellt zu seyn, als plötzlich mit einem fürchterlichen Krachen der Boden sich hob, öffnete, Flammen, glühende Steine und Aschenwolken auswarf: das ganze Land wurde damit bedeckt und mehr als eine Meile in der Runde verwüstet; tausende von kleinen Kegeln von zwey bis drey Metres Höhe stiegen aus der Erde heraus; sechs grofse, in die Richtung der Spalte gesetzte Erdhügel, bildeten sich eben so, wie wir den Monte-Nuovo haben entstehen sehen: der höchste ist der Jorullo, dessen Höhe über den benachbarten Ebenen nach den Messungen des Hrn. von Humboldt ohngefähr fünfhundert Metres beträgt. Während der folgenden Jahre hat der Vulcan seine Auswürfe fortgesetzt; sie sind nach und nach geringer geworden, und jetzt wirft er blos Rauch aus. Die kleinen Kegel, hornitos genannt, hauchen gleich wie *Rauchröhren* (fumeroles) dicke Dünste aus, welche sich zehn bis funfzehn Metres hoch erheben. Die Gewässer, welche aus dieser verwüsteten Erde quel-

1) Hamilton Campi phlegraei. Breislack, Institutiones geologiques, §. 590.

len, sind sehr heifs und oft mit Schwefel-Wasserstoffgas geschwängert [1]).

Wenn dergleichen Bildungen im Meere Statt haben, oder wenn die Meer-Vulcane, durch Anhäufung der Producte ihrer Auswürfe und Ausbrüche, ihre Gipfel über die Gewässer erheben, so entstehen Klippen und sogar neue Inseln: diese Thatsachen ereignen sich hauptsächlich in der Mitte der vulcanischen Archipel [2]).

Erscheinungen bey Erdbeben.

§. 76. Wir wollen nun zur Untersuchung der verschiedenen Erscheinungen übergehen, welche die Erdbeben im Allgemeinen darstellen.

Gewöhnlich gehet ihnen dumpfes, unterirdisches, bisweilen sehr starkes Getöse und Krachen, ohne bestimmte Richtung voraus. Dergleichen Getöse zeigte im Jahre 1746 den Einwohnern von Lima die Catastrophe an, welche ihre Stadt zerstörte, und nöthigte sie, ihre Wohnungen bey Zeiten zu verlassen. Ein Lärm, dem von verschiedenen auf einer steinernen Brücke fahrenden Wagen ähnlich, sagt Spallanzani, war das Vorspiel der Erschütterung, welche Messina zerstörte. Das Erdbeben in Lissabon im Jahre 1755 kam jedoch plötzlich: nichts hatte es vorher angezeigt.

Als Vorzeichen jener grofsen Crisen der Natur nimmt man auch noch das Herauskriechen der Würmer, welche gewöhnlich unter der Erde leben;

1) Essai politique sur le royaume de la Nouvelle Espagne, liv. III. ch. VIII.

2) Man sehe einige nähere eben so neue als unterrichtende Angaben über diesen Gegenstand in der 7ten Anmerkung.

die aufserordentliche Unruhe und Bewegungen der Vögel; das Heulen gewisser Thiere; das Versiegen der Quellen und Brunnen u. s. w., an.

Die Stöfse folgen mit mehr oder weniger Schnelligkeit und mehr oder weniger Stärke auf einander: zu Lissabon geschahen drey dergleichen und der letzte war der stärkste, welcher auch die meisten Verheerungen verursachte; er dauerte einige Minuten lang; seine Bewegungen schienen einander entgegen zu gehen. Eine ähnliche Bemerkung ist bey dem Erdbeben im Jahre 1812 zu Cumana gemacht worden: ein erster Stofs dauerte sechs Secunden, ein zweyter noch einmal so lang; hernach liefs sich ein unterirdisches sehr starkes Getöse hören, es wurde mit einer senkrechten Bewegung von drey bis vier Secunden begleitet, und durch eine längere wellenförmige Bewegung geendiget.

Nichts konnte, sagt der Geschichtsschreiber, jenen sich kreuzenden Schwingungen widerstehen, und die Stadt wurde von Grund aus verwüstet [1]).

Oft entstehen sie während einigen Tagen und sogar während einigen Monaten wieder. Bey dem Erdbeben in Calabrien war es der erste Stofs vom 5ten Februar, welcher dem niedrigen Theile des Landes den meisten Schaden zufügte; der Stofs des folgenden Tages war in den Gebirgen nachtheiliger, und der am 28sten März war der stärkste von allen.

Unsere Gebäude leisten diesen Stöfsen selten Widerstand: jedoch mufs man bemerken, dafs bey den gröfsten Erdbeben, die mit viel Festigkeit er-

1) Humboldt, Relation historique du voyage, liv. V. ch. Ier.

baueten Gebäude die Erschütterungen aushalten: in Lissabon wurden die meisten Kirchen erhalten; dasselbe geschahe zu Messina, und zuletzt in Cumana ist die Haupt-Kirche stehen geblieben.

Ich finde nicht, dafs die Geschichtsschreiber sehr bestimmte Thatsachen erwähnen, die auf die durch die Erdbeben erzeugten Wirkungen auf die mineralischen Massen oder Lager Bezug haben: sie veranlassen wenig mehr als, freylich manchmal beträchtliche, Spalten; so berichtet Ulloa, dafs in Peru bey dem Erdbeben im Jahre 1746 eine Spalte entstund, welche eine Meile lang und vier oder fünf Fufs breit war.

Nach dem Erdbeben in Calabrien, bemerkte man, dafs das dem Meere nahe gelegene Land, parallel mit dem Ufer gespaltet war, und dasselbe auch in den Hügeln geschah, welche Messina beherrschen [1]).

Bey dem Erdbeben von Lissabon spalteten sich zwey bey Mequinez in Africa gelegene Berge und warfen Ströme von einem röthlichen Wasser aus: ähnliche Thatsachen finden oft in America Statt. Wir werden in der Folge dieses Capitels auf diese Wirkungen zurück kommen.

Das Meer wird durch die Stöfse bey Erdbeben fast immer bewegt. Es wurde bey dem Unglück in Lissabon an den Küsten von Spanien und Portugal aufserordentlich bewegt: es stieg in dem Hafen dieser Stadt höher, als bey den stärksten Stürmen, in Cadix erhoben sich, wie man sagt, die Wellen bis zu 20 Metres, sie überströmten den Damm, welcher diese Stadt mit dem festen Lande

1) Spallanzani, Voyage dans les Deux-Siciles.

verbindet, und ertränkte eine grofse Anzahl der Einwohner, welche sich dorthin geflüchtet hatten; diese Bewegungen des Meeres waren bis an den Küsten von England und Norwegen bemerkbar. Bey dem Erdbeben in Peru im Jahre 1746 kam das Meer im Hafen von Callao, nachdem es sich mit Ungestüm zurückgezogen hatte, mit Heftigkeit wieder: es stürzte sich auf die Stadt und ersäufte ihre Bewohner: von drey und zwanzig im Hafen befindlichen Schiffen wurden neunzehn überschwemmt und die andern in die Erde geworfen. Ulloa, welcher diese Thatsachen berichtet, sagt noch, dafs, als er bey dem Erdbeben in Lissabon im offnen Meere war, er die Stöfse bemerkte; sie waren den Stöfsen ähnlich, die man empfunden haben würde, wenn das Schiff gestrandet hätte [1]).

Was jedoch sehr merkwürdig erscheint, ist: dafs die Atmosphäre keinen Antheil an der Unruhe der Erd-Rinde und des selbige bedeckenden Wassers nimmt. Das Wetter war an den Tagen der Erdbeben in Lissabon, Messina und Cumana sehr schön und heiter, in ersterer Stadt herrschte blos ein heftiger Wind; allein in Cadix war die Luft ruhig.

Wir haben so eben von den grofsen Erdbeben gesprochen; glücklicherweise sind sie selten; denn sonst sind schwächere Stöfse in allen Theilen der Erde häufig und es vergehen wenig Jahre, wo es nicht mehrere in Europa gäbe; allein sie beschränken sich blos auf leichte Erschütterungen des Bodens: kaum habe ich diejenigen bemerkt, welche im Jahre 1808 in Piemont und im Jahre 1815 zu

1) Voyage en Amérique.

Toulouse verspürt worden, ob ich schon an den Orten war.

Beobachtungen über die Entfernung, in welche sich die Erschütterungen verbreiten.

§. 77. Eine der merkwürdigsten Erscheinungen, welche die großsen Erdbeben darstellen, ist die ungeheure Entfernung, in welche sie sich verbreiten. Das Erdbeben in Lissabon hat in derselben Stunde ganz Portugal und Andalusien erschüttert; es hat sich denselben Tag theils in Africa, wo die Städte Marocco, Fez und Mequinez fast zerstört wurden, und theils in dem größsten Theile von Spanien, Frankreich, der Schweiz und Deutschland, merkbar gemacht [1]). Man hat seine Wirkung bis in Island und sogar bis in den Antillen empfunden. Das Erdbeben in Lima hat sich ebenfalls bis nach Europa verbreitet. Eine heftige Erschütterung, die sich vor einigen Jahren in Constantinopel ereignete, wo sie verschiedene Häußer zerstörte, ist zu Petersburg verspürt worden. Den 8ten September 1601 fand zwischen 1 und 2 Uhr nach Mitternacht ein beträchtliches Erdbeben fast in ganz Europa und Asien Statt [2]).

Wenn diese Thatsachen großse unterirdische Verbindungen zwischen den verschiedenen Theilen der Erdrinde anzuzeigen scheinen, so scheinen auf der andern Seite sehr starke Stöße, welche nur in sehr kleinen Entfernungen bemerkbar sind, sich zu

1) Man sehe die Mémoires sur les tremblements de terre, par Bertrand; und la Collection académique Tom. VI.

2) Collection académique.

Gunsten der entgegengesetzten Meinung darzulegen. Das Erdbeben in Calabrien, welches sehr stark war, verbreitete sich nicht über einen Raum von 25 Meilen Länge und 15 Meilen Breite. Der in dieser Gegend gelegene Aetna wurde nicht beunruhigt; welches beweifst, dafs keine Verbindung zwischen dem Heerde der Erschütterung und des Vulcans Statt findet. Wir wissen ebenfalls, dafs es keine Verbindung zwischen letzerem und dem Vesuv giebt; und Hr. Breislack glaubt sogar aus seinen Beobachtungen schliefsen zu können, dafs keine zwischen dem Vesuv und der Solfatara in Puzzuola besteht, obschon die Entfernung nicht sechs Meilen (25000 Metres) beträgt.

Nach diesen Thatsachen würde es scheinen, dafs die Verbindungen zwischen zweyen oder mehrern unterirdischen Heerden von, schlechterdings von der Localität abhängigen, Umständen herrühren, und es möglich seyn könnte, dafs sie in grofsen Tiefen vervielfacht wären. Man hat auch zu bemerken geglaubt, dafs sie mehr in der Richtung der Meridiane, als der Parallelen lägen.

c) Beobachtungen über die Ursachen vulcanischer Erscheinungen.

Die Werkstätten, in welchen die Natur die vulcanischen Erscheinungen bereitet, sind für uns unzugänglich, und die Beobachtung kann uns nie mit den Ursachen dieser Erscheinungen bekannt machen; allein, indem wir die Wirkungen studiren, welche sich äufserlich veroffenbaren, so können wir zu Begriffen über die Kräfte, welche jene Erscheinungen hervorbringen, oder begleiten, geführt werden.

Der Wärmestoff ist die Haupt-Kraft.

§. 78. Die meisten der Erscheinungen zeigen uns einstimmig, dafs das Feuer hier die Haupt-Kraft ist. Die Vulcane werfen entzündete Materien, Ströme von geschmolzenen Steinen aus, welche brennbare Körper anzünden, Metalle schmelzen, welche Tage lang das Wasser im Kochen erhalten, in welches sie fallen: dies sind Wirkungen des Feuers, welche nicht zulassen: die Gegenwart und Wirkung dieses Elements zu verkennen; es reicht allein hin, um alle Erscheinungen zu erklären, die wir an dem Aeufseren der Vulcane sehen.

Allein, was ist im Innern der brennbare Stoff, welcher ihm zur Nahrung dient, die Ursache, welche es angezündet haben kann? Was für eine von ihm geschmolzene Substanz verschafft die Materie zu den Laven? Welche Kraft hat diese geschmolzene Materie ausgeworfen? Wo sind endlich seine Heerde? Dies sind Fragen, welche sich bey dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntnisse unmöglich auf eine bestimmte Weise beantworten lassen. Wir wollen uns also nur darauf beschränken, dasjenige zusammen zu stellen, was die Beobachtung uns darüber am wahrscheinlichsten anzeigt.

Brennbarer Stoff, welcher dem vulcanischen Feuer zur Nahrung dient.

§. 79. Die Steinkohlen und die mit Schwefel gebundenen Körper, namentlich das Schwefel-Eisen oder der Kies, sind die einzigen brennbaren Stoffe, welche wir bis hieher in grofsen Massen im Innern der Erde beobachtet haben. Ihre Grundstoffe finden sich unter den Producten der Vulcane: so ist der aus dem Vesuv steigende Rauch oft

mit Bitumen geschwängert: so tröpfelt das Steinöl aus einigen Laven, und ist in einigen vulcanischen Gebirgen sehr häufig [1]): so findet sich der Schwefel in großer Menge in den meisten Vulcanen, so bildet das Eisen einen constituirenden Theil einer ganzen Ordnung (Classe) der Laven. Diese Thatsachen scheinen den Glauben derjenigen zu berechtigen, welche die mineralischen Bitumen und die Kiese als die brennbaren Stoffe ansehen, die die unterirdischen Feuer unterhalten.

Allein anderer Seits, siehet man wieder eine große Menge Vulcane, welche auf Granit und andern Urgebirgsarten ruhen; fast alle verloschene Vulcane der Auvergne und des Vivarais sind in diesem Falle; sie haben ihren Heerd, oder vielmehr, sie haben ihn in jenen Gebirgen gehabt, und können ihn also nicht in den Steinkohlen oder mineralischen Bitumen haben, weil diese Substanzen von einer secundären oder Flötz-Formation sind, und folglich auf den Urgebirgs-Formationen ruhen. Betrachten wir ferner, daß wir auf unserer Erde eine große Anzahl von Steinkohlen- und ungeheuren brennenden Lagern haben, wie wir solches im zweyten Theile sehen werden, und wir selbige keine den Vulcanen ähnliche Wirkung hervorbringen sahen, so kann auch keine Thatsache nicht einmal an eine Idee davon erinnern: die darüber befindlichen Lager zu rösten; verkalken und verglasen, dies sind die einzigen Wirkungen, welche sie erzeugen.

Es ist wahr, die Kiese sind in jeder Gebirgsart häufig verbreitet: allein sie sind es blos in Körnern, nierenweise oder in kleinen Lagern; und im

1) Breislack, Institutions geologiques, §. 602 et suiv.

Ganzen ist ihr Umfang aufserordentlich klein, im Verhältnifs der Massen, welche sie enthalten. Welche unermefsliche Kieslager wären nicht erforderlich gewesen, um die Massen des Aetna, des Cotopaxi, des Pichincha u. s. w. zu schmelzen: nie hat man dergleichen wahrgenommen. Wir bemerken noch, dafs verschiedene vulcanische Producte nicht die mindeste Spur von Schwefel, auch nicht von Eisen enthalten.

Nach diesen Betrachtungen müssen wir denken, dafs die Steinkohlen und Kiese, allgemein gesagt, nicht die brennbaren Stoffe sind, welche die Feuer der Vulcane unterhalten, und wir kennen jenen brennbaren Stoff noch nicht, wenn je einer Statt findet.

Ursachen der vulcanischen Feuersbrünste.

§. 80. Noch weniger kennen wir die Ursache, welche die unterirdischen Feuer hervorgebracht oder angezündet haben kann.

Seit einem Jahrhundert haben die Naturforscher jene Feuer und alle unterirdische Hitze der Zersetzung und Entzündung der Kiese zugeschrieben, indem sie sich hauptsächlich auf den vermeintlichen künstlichen Vulcan von Lémery stützten. Dieser Chemiker nahm 25 Pfund Eisenfeil-Späne und pulverisirten Schwefel; er befeuchtete die Mischung, that sie in ein Gefäfs, bedeckte solches mit einem Tuch und setzte es einen Fufs tief in die Erde; nach acht oder zehn Stunden spaltete die Erde, blähete sich auf, und es fuhren Schwefel-Dämpfe und sogar einige Flammen heraus [1].

1) Mémoires de l'Academie, 1700.

Diese Erfahrung beweifst wohl, dafs der Schwefel und das Eisen Hitze und Feuer hervorbringen, wenn sie sich vereinigen, um einen mit Schwefel gebundenen Körper zu bilden, allein wenn dieser Körper da ist, hat die Wirkung und die Hitze ein Ende.

Die grofsen Massen von Kiesen, welche sich im Innern der Erde finden, sind Schichten, die in Gestein-Lager eingeschoben sind; sie stehen, wenigstens auf eine grofse Entfernung, weder mit der Luft noch dem Wasser in Berührung. Nie hat ein Bergmann in seinen unterirdischen Werkstätten Kiese in Feuer, noch zum Feuerfangen bereit, gefunden; nie hat sich ihm etwas gezeigt, dafs ihm erlaubt hätte, an eine solche Wirkung zu denken. Man würde ein solches Beyspiel in den Werken und sogar in der grofsen Pyritologie von Henkel, vergeblich suchen; und doch hat dieser Metallurgist zuerst das System unterirdischer Gährungen in diesem Werke aufgestellt [1]).

Ich habe Kies-Gruben gesehen, wo die Luft nicht wärmer, als in den andern war. Ich weifs jedoch, dafs die Kiese bey gewissen Umständen, wenn sie mit andern Substanzen vermischt werden, sich zersetzen und Wärme hervorbringen; sie erhöhen die Temperatur in den Stolln der Gruben; sie erzeugen die Erhitzung und, sogar mit Berührung der Luft, die Entzündung einiger Steinkohlen und bituminöser Schiefer; ich habe dergleichen Beyspiele oft angeführt; allein ich wiederhole es, die Kiese in Schichten haben mir keine derglei-

1) Man sehe Werner's Meinung über diese Gährungen: Theorie der Gänge, §. 89.

chen Erscheinung gezeigt und nie habe ich dergleichen brennen sehen [1]).

Die Ursache, welche die vulcanischen Feuer anzündet und unterhält, ist sehr wahrscheinlich ganz verschieden von der, welche unsere gewöhnlichen Feuer und Verbrennungen erzeugt, und wahrscheinlich ist sie ein Erfolg der chemischen Wirkung, welche die Körper in den Eingeweiden der Erde auf einander ausüben: die Mischung der Schwefelsäure mit Wasser, die Löschung des ungelöschten Kalkes u. s. w. geben uns Beyspiele einer durch eine solche Wirkung hervorgebrachten Wärme: holländische Chemiker und Hr. Berthollet, haben, als sie Metalle mit Schwefel verbanden, und sogar ohne Berührung mit der Luft und dem Wasser, eine große mit Licht begleitete Hitze erlangt [2]).

Materie der Laven.

§. 81. Was auch die Ursache der unterirdischen Hitze seyn mag, sie ergreift und schmelzt die mineralischen Substanzen, die sich in ihrem Wirkungskreise befinden; diese Substanzen bleiben geschmolzen in den vulcanischen Höhlen, bis eine neue Kraft sie fortstößt, oder sie in einen vulcanischen Berg führt, und auswirft.

Allein es ist wohl möglich, daß diese Substanzen oder vielmehr ihre durch die vulcanischen Kräfte wieder aufgenommenen und bearbeiteten Elemente neue Verbindungen bilden, und nicht eher auf der Erdoberfläche erscheinen, als bis sie Massen ausmachen, die von den ursprünglichen ver-

1) In einigen besondern Fällen können die Kiese, in Folge dessen, was wir so eben gesagt haben, die mittel- oder unmittelbare Ursache der Wärme der warmen Quellen seyn.

2) Statique chimique, Tom. I. pag. 255.

schieden sind. Man hat Grund, es zu glauben, wenn man die eigenthümliche Beschaffenheit verschiedener vulcanischen Producte sieht; insofern man nicht glaubt: tief im Innern der Erde Mineralien suchen zu müssen, die von den uns bekannten verschieden sind, in welchen die Vulcane ihren Heerd hätten und wo sie den Grundstoff ihrer Producte hernahmen. Dieser Umstand ist sehr möglich, allein er schliefst nicht die erste Meinung aus, welche eine grofse Wahrscheinlichkeit für sich hat. Ich mufs jedoch bemerken, dafs, indem ich von der eigenthümlichen Beschaffenheit der vulcanischen Producte rede, ich nicht meine, dafs sie ganz verschieden von den andern mineralischen Massen wären: der Grundstoff dieser zwey Arten von Substanzen ist derselbe; der gröfste Theil der Laven, so wie der gröfste Theil der Urgesteine, ist feldspathartiger Beschaffenheit.

Ursachen der Eruptionen.

§. 82. Wenn wir fast gänzlich die Ursache nicht kennen, welche die unterirdischen Feuer entwickelt und nährt, so ist es doch nicht derselbe Fall mit derjenigen, welche die vulcanischen Auswürfe und Ausbrüche hervorbringt; alles leitet uns, sie der Zersetzung des Wassers in Dünste und der Bildung gasartiger Flüssigkeiten zuzuschreiben.

Wir haben §. 54 gesehen, dafs alle thätigen Vulcane auf den Inseln oder an den Küsten in geringer Entfernung vom Meere gelegen wären.

Die, welche wir im Innern der Länder finden, sind alle verlöscht.

Diese Beobachtungen führen uns sehr natürlich zu dem Schlufs; dafs die Nachbarschaft des Mee-

res eine wesentliche Bedingung zu dem Daseyn der Vulcane ist; sie bringen auch auf den Gedanken, daſs das Meerwasser, wenn es in die vulcanischen Höhlen eindringt, eine Ursache der Eruptionen ist. Man wird in dieser Meinung bestätiget, wenn man auf die auſserordentliche Menge von wäſsrigen Dünsten, welche die Vulcane ausströmen; auf die Ströme salzigen Wassers, was nach Bergmann's und anderer Sage ausgeflossen ist; auf die sehr oft salzsaure Eigenschaft vulcanischer Dünste: auf die Soda (das Natron), welche in die Zusammensetzung der meisten vulcanischen Erzeugnisse eingeht; und auf das salzsaure Natron, das man sogar in einigen gefunden hat, seine Aufmerksamkeit richtet. Einige Naturforscher, Ferber [1]), Hr. Menard u. s. w. haben übrigens See-Muscheln auf den vulcanischen Kegeln gefunden.

Ich will nicht von dem so oft erwähnten Verzehren des Meeres sprechen: dieser Umstand ist auf keine hinreichend bestimmte Art bestätigt; allein ich werde bemerken, daſs die meisten Beobachter die zwischen den Crisen der Vulcane und den Umständen, welche Wasser in ihre Abgründe (Schlünde) führen können, bestehenden Verhältnisse bezeichnen. Dolomieu sagt ausdrücklich: „die „innere Unruhe der Vulcane wird durch die Re„gen und alle Umstände vermehrt, welche die Ge„wässer in die Heerde derselben bringen [2])."

Eben so hat man bemerkt, daſs die heftigsten

1) Briefe aus Welschland, S. 155.

2) Description des iles Ponces, p. 298.

Erdbeben gewöhnlich nach den regnerichten Jahreszeiten Statt haben [1]).

Allein, wie dringt das Wasser in die vulcanischen Höhlen? Wenn es eindringt, und es scheint, dafs es kein anderes, als Meerwasser seyn könne, würde es nicht eher dazu beytragen, das Feuer zu verlöschen, als seine Thätigkeit zu verdoppeln? Dies sind gewifs Fragen, deren Beantwortung schwer ist; letztere kann sehr zusammengesetzt seyn, allein sie ist nicht unmöglich. Ich werde mich deshalb nicht auf die nähern Umstände einlassen, und nur auf die Erinnerung beschränken, dafs das Wasser, und zwar in grofser Menge, unstreitig mitten unter den vulcanischen Erscheinungen vorhanden ist.

Man kennt die bewundernswürdige Kraft dieser in Dunst aufgelöfsten Flüssigkeit; allein unsere Feuer-Maschinen und Papinianischen Töpfe können uns kaum einen Begriff von der Kraft geben, die das Wasser in Höhlen erlangen kann, deren Wände mehrere tausend Metres Dicke haben, und welche die Gebirge des Aetna und des Chimborasso tragen; die Wärme kann ihr Gebiet bis zu einem Puncte ausdehnen, wovon wir uns schwerlich einen Begriff machen können.

Das Wasser in Dunstgestalt ist nicht die einzige elastische Flüssigkeit, welche eine Wirkung in den vulcanischen Heerden ausübt; es kann sich dabey auch, und so viel uns unsere Beobachtungen darthun, Wasserstoffgas, kohlensaures Gas u. s. w. befinden. Spallanzani hat übrigens mit grofser

1) Bertrand, sur les tremblements de terre; Dolomieu sur le tremblement de la Calabre.

Richtigkeit bemerkt, dafs die Materie der, durch die Wirkung der Wärme sogar in Dünste aufgelöfsten, Laven ihre Wirkungen mit denen der andern luftförmigen Flüssigkeiten vereinigen müsse.

Es würde überflüssig seyn, in die nähern Umstände der Art und Weise einzugehen, auf welche die elastischen in den unterirdischen Höhlen wirkenden Flüssigkeiten die verschiedenen Beschaffenheiten des Aufsteigens und der Eruption der Laven, sowohl als der Erdbeben, hervorbringen können: ein wenig Nachdenken wird sie leicht begreiflich machen [1]).

Lage der vulcanischen Heerde.

§. 83. Wo ist nun also der Heerd jener Kraft, welche die elastischen Flüssigkeiten entwickelt, und solche grofse Erscheinungen hervorbringt, hingestellt? In welcher Tiefe befindet er sich? Auch

1) Ein in England im Jahre 1801 vorgefallenes und von dem Hrn. Ordinaire in seiner Histoire naturelle des volcans berichtetes Ereignifs kann einen Begriff von der Wirkung geben, welche durch das in einem mit brennenden Materien angefüllten Bassin tretende Wasser hervorgebracht wird. Ein Hoh-Ofen, welcher ohngefähr 60 cubische Metres Eisen und geschmolzene oder glühende Steine enthielt, wurde unter Wasser gesetzt, und so wie das Wasser in den Schmelzofen trat, erhoben sich senkrecht höher als 50 Metres, und zu 3 Malen, Feuersäulen vom lebhaftesten Glanze; dies waren geschmolzene Materien. Die Explosion zerstreuete sie dergestalt, dafs man keine Spur davon bey der Schmelzhütte fand; in dem Augenblick, wo die Explosion geschah, wurde in der Nachbarschaft alles stark erschüttert: der Ofen wurde leer, aber ohne Beschädigung gefunden.

hier werden wir kaum Data genug haben, um eine Vermuthung zu wagen.

Die sehr grofse Entfernung, in welche sich die Erdbeben verbreiten, könnte auf den Gedanken bringen, dafs unter der mineralischen Rinde der Erde und in einer grofsen Tiefe ungeheure leere Räume vorhanden wären, die nach allen Richtungen Verbindungs-Mittel darböten, was der Meinung von Deluc und Dolomieu einige Wahrscheinlichkeit geben könnte. Diese Gelehrten hielten unsere Erde für hohl und mit einer Art von Schlamm oder sehr dicker Flüssigkeit, auf welcher unsere Continente ruheten, angefüllt: wenn diese Materie in Folge von Gährung aufschwölle, so bräche sie und durchdränge die feste Rinde, sie verbreitete sich nach aufsen und fange Feuer, sobald sie mit der Luft in Berührung komme.

Allein, indem diese Hypothese vielleicht eine Thatsache erklärt, ist sie doch im Widerspruch mit allen übrigen; sie ist übrigens aufser den Gränzen aller Wahrscheinlichkeit: so würde eine ganze Kugel von flüssiger Materie sich nicht durch unsere kleinen Krater, sondern durch ungeheure Spalten ergiefsen; das Gleichgewicht würde nicht durch den Ausflufs einiger kleinen Lava-Ströme hergestellt werden u. s. w.

Alle Erscheinungen eines Vulcans, oder eines Systems von Vulcanen, zeigen an, dafs die Ursache, welche sie hervorgebracht hat, einen örtlichen Heerd habe. Folglich müssen die vulcanischen Höhlen sich in der Region des Systems selbst befinden, allein sie werden gewifs oft in einer grofsen Tiefe seyn; und es mufs so seyn, damit ihre Gewölbe Dicke genug haben, um dem Druck einer elastischen Kraft zu widerstehen, welche eine La-

va-Säule von mehrern tausend Metres Höhe hebt und trägt.

Einige Umstände, so wie der Mangel an unterirdischer Verbindung, den wir bey wenig von einander entfernten Vulcanen, zum Beyspiel, zwischen dem Aetna und Vesuv, zwischen dem letztern und der Solfatara in Puzzuolo bemerkt haben, scheinen, wenn auch nicht die Tiefe, doch wenigstens den Umfang zu beschränken.

Die Lage der Vulcane nach Gruppen oder Systemen, die wir oben erinnert haben, scheint anzuzeigen: daſs der Sitz der vulcanischen Kräfte gleichsam durch die Materie bestimmt wird, welche den unterirdischen Feuern zur Nahrung dient, andere zum Bestehen dieser Feuer nöthige Umstände ausgenommen; daſs diese Materie sich in oder unter der Erd-Rinde ungleich vertheilt befindet; daſs da, wo sie in hinreichender Menge vorhanden ist, sich ein System von Vulcanen erzeugt; und daſs, wenn sie wie ein ungeheuerer Gang geordnet wäre, sich die Vulcan-Gebirge nach ihrer Richtung bilden und jene §. 54 erwähnten Züge darstellen würden. Als ich im Jahre 1804 in den Umgebungen von Clermont gegen 60 verlöschte, in gerader Linie liegende und mit vulcanischen Bergen einer frühern Epoche untermischte Vulcane sahe, konnte ich mich der Aeuſserung nicht erwehren: „Vielleicht gab es unter der Erde und „in dieser Richtung gleichsam einen Gang einer „Materie, welche den Keim der vulcanischen Feuers-„brunst verbarg, oder geeignet war, ihm zur Nah-„rung zu dienen; da die Ursache immer fortdauert, „so kann sich ihre Wirkung verschiedene Mal „wiederholt haben."

Zweyter Abschnitt.

Von den Veränderungen und Beschädigungen, die auf der Erd-Oberfläche gewirkt haben.

Ehe wir die Veränderungen untersuchen, welche die eben erwähnten Kräfte auf der Erd-Oberfläche hervorbringen konnten, wollen wir sehen, was diese Oberfläche unmittelbar nach ihrer Bildung seyn konnte.

Oberfläche der Erde nach ihrer Bildung.

§. 84. Wir haben schon in der Einleitung aus einer Reihe unwiderlegbarer Thatsachen geschlossen, daſs die die Erde ausmachenden verschiedenen mineralischen oder Gebirgs-Lager eine Reihe von nach und nach über einander gelegten Niederschlägen und Schichten wären. Allein derselbe Niederschlag, derselbe Absatz hat sich nicht immer auf den ganzen Grund des Behälters, welcher das Fluidum enthielt, und nicht überall in gleicher Dicke niedergelegt. Es wird Orte gegeben haben, wo kein Niederschlag Statt fand, oder vielmehr, wo er geringer als an andern war: daher der erste Ursprung der Unebenheiten der Erd-Oberfläche. Wenn, zum Beyspiel, in einer von einer Strömung durchschnittenen Seegegend eine Ablagerung geschehen ist, so ist sehr möglich und sogar wahrscheinlich, daſs sie in der Mitte der Strömung oder da, wo selbige am stärksten ist, Null oder fast Null seyn und sich an den Ufern, wo das Fluidum ruhig war, aufgehäuft haben wird; es wird sich also

eine Art von Thal gebildet haben, das mit zwey langen parallelen, die Massen zweyer Gebirgs-Ketten oder Hügel darstellenden, Erd-Massen begränzt ist. Wenn nun in der Folge neue Niederschläge an demselben Orte und überall auf gleiche Weise geschähen, so würden sie sich über das erste Erdreich ergiefsen, und also nach und nach die beyden Ketten mit Lagern bedecken, welche Ketten folglich an Umfang zunehmen, allein ihre Form und ihren Parallelismus zu dem sie trennenden Thale behalten würden.

Nachdem die Bewegungen und Unruhe der Gewässer eine erste Ursache der Unebenheit auf der Erd-Oberfläche gewesen ist, so können sie auch manchmal eine zweyte gewesen seyn; sie können die nur erst geschehenen Niederschläge angegriffen und beschädigt, die Materie derselben an einem Orte mit fortgenommen und an einem andern aufgehäuft haben. Buffon hat gewifs die Wirkung der Ströme übertrieben, wenn er sagt: „die Ströme „fliefsen im Meere eben so, wie die Flüsse auf der „Erde, und bringen ähnliche Wirkungen hervor: „sie bilden ihr Bette, sie geben den Erhöhungen, „zwischen welchen sie fliefsen, eine regelmäfsige „Gestalt, deren Winkel übereinstimmend sind: es „sind, mit einem Wort, jene Ströme, welche unsere „Thäler ausgehöhlet, unsere Berge gestaltet, und „unserer Erde, als sie noch unter dem Wasser des „Meeres war, die Form gegeben haben, die sie noch „jetzt hat [1])." Allein es ist auch nicht weniger wahr, dafs jene ungeheuren Meer-Flüsse auf den Boden, den sie erreichten, Wirkungen hervorbrin-

1) Buffon, ed. in 4to, pag. 456.

gen mufsten, welche mit ihrer Masse und Geschwindigkeit im Verhältnifs stunden; es ist auch nicht weniger wahr, dafs Ströme, welche Sandbänke fortschieben, Felsen unterwühlen, und Meerengen öffnen (§. 44), Materien, die sich nur erst auf den Meeres-Grund gelagert haben, fortführen, einen noch nicht festen Boden ausfurchen und ein untermeerisches Thal aushöhlen können.

Also, wie die Oberfläche der Erde aus dem Schoofse der Gewässer hervortrat, war sie schon mit Unebenheiten bedeckt: bald waren es gleichsam unermefsliche Wellen-Formen, welche lange Streifen eines hohen Erdreichs bildeten, und zwey, nur wenig nach entgegengesetzten Meeren hin, geneigte Abhänge darboten; bald waren sie grofsen nahe zusammengerückten parallelen Falten ähnlich, und enthielten zwischen sich grofse Ur-Thäler.

Sobald diese Oberfläche entblöfst war, wurde sie durch die Kräfte angegriffen, von denen wir im zweyten und fünften Capitel gesprochen haben, und deren Wirkung sich mit der Wirkung der Schwere vereinigte, um neue Veränderungen und neue Unebenheiten zu erzeugen. Die Schwere bewirkte das Umfallen und Zusammenstürzen desjenigen, was nicht gehörig unterstützt war; die zerweichende Wirkung der atmosphärischen Elemente durchwusch und furchte den schon vorhandenen Boden aus; die Vulcane bedeckten ihn mit neuen Erhöhungen, die Erdbeben erschütterten, spalteten ihn, und sein Ansehen wurde wieder verändert.

Wir wollen die durch jede der angezeigten Kräfte hervorgebrachten Wirkungen untersuchen.

Erste Abtheilung. Wirkungen der Schwere.

Senkungen, Klüfte, Einstürze.

§. 85. Die Schwere, diese Universal-Kraft, welche unaufhörlich auf alle Theile der Materie wirkt, und welche strebt, sie gegen den Mittelpunct der Erde hin zu bringen, übt eine beständige Wirkung auf die verschiedenen Theile des Erd-Gebäudes aus; und sobald die sie unterstüzzenden Grundlagen nachgeben, oder mangelhaft werden, so verursacht sie die Senkung oder den Fall derselben.

Die Wirkungen der Schwere müssen sich von den ersten Momenten der Bildung der mineralischen Massen, im Schoofse der Gewässer selbst, fühlbar gemacht haben. Als die Niederschläge bey ihrer Anhäufung sich bis zu einer gewissen Höhe erhoben hatten, so mufste ihre noch weiche und unzusammenhängende Materie ihrem Gewichte nachgeben, und sich ausbreiten; da sie jedoch nicht überall gleich dicht war, und sich an einem Orte in gröfserer Menge als an dem andern befand, so konnte die Verbreitung nicht überall gleich, sondern sie mufste an einem Orte beträchtlicher als am andern seyn; folglich mufsten sich Theile von Erdreich von dem Reste des Bodens losreifsen, und gegen die Seite hängen oder sich neigen, welche am meisten nachgegeben hatte; so entstunden also Klüfte (Spalten); Lager bogen oder brachen sich, und ihre Theile neigten sich auf verschiedene Weise; daher rühren die Senkungen, Biegungen und Umkehrungen der Lager, die man bey jedem Schritte in der Natur antrifft.

Alle diejenigen, welche das Innere der Erde beobachtet oder nur einige Kohlengruben besucht haben, wissen, daſs sehr oft, sobald man eine leere oder ausgefüllte und folglich in einen *Gang* verwandelte Kluft findet, der Theil der Lager einer der Seiten der Kluft niedriger ist, als der an der andern Seite liegende Theil derselben Lager: dieser Höhen-Unterschied beträgt bisweilen einige Metres, und er rührt offenbar davon her, daſs zur Zeit der Bildung der Kluft einer der beyden Theile Erdreich, der Wirkung der Schwere nachgebend, gesunken ist.

Unabhängig von den groſsen, von den in der mineralischen Rinde der Erde vorhandenen Höhlen oder Leeren, wovon wir weiter unten sprechen werden, herrührenden Senkungen, hat die Schwere zahlreiche und immerwährend Einstürze von Gesteinen (§. 45) veranlaſst: der Grund der meisten Thäler ist mit Blöcken bedeckt, die von einer gleichen Ursache herrühren, und oft von einer sehr beträchtlichen Gröſse sind. In dem Thale von Locana über Novasca, in den piemontesischen Alpen, wandelt man lange unter Granit-Blöcken, welche gröſser als 1000 cubische Meter sind: einer der Berge, welche diesen Weg beherrschen, stellt eine ungeheure senkrechte ganz gespaltene Seite dar, an welcher noch in aller Frische die Stelle zu sehen ist, wo jene Blöcke sich neuerlich losgerissen haben. Aehnliche Thatsachen finden sich in einer groſsen Zahl von Thälern wieder; sie sind von allen Geologen bemerkt worden; alle haben dort häufig Felsen-Einstürze, alle haben jedes Jahr Stein-Lavinen gesehen.

Uebrigens müssen jene Senkungen und Einstürze jetzt viel weniger zahlreich und beträchtlich,

als in den ersten Zeiten der Bildung der Erdkugel seyn: die verschiedenen Theile des Gebäudes haben gewissermaafsen die für sie passende Lage eingenommen.

Zweyte Abtheilung. Wirkungen, welche von den atmosphärischen Elementen herrühren.

Die Wirkung der atmosphärischen Kräfte, der Luft und des Wassers, wird eben so allgemein, als die der Schwere seyn: sie wird sogar noch anhaltender seyn. Wir haben im Einzelnen die Beschaffenheit dieser Wirkung (§. 38 — 48) dargethan: so klein und schwach auch die Effecte scheinen, die wir als Beyspiele angeführt haben, wenn man betrachtet, dafs die Kräfte, welche sie hervorbringen, ohne Unterbrechung seit unendlichen Zeiten auf allen Puncten der Erd-Oberfläche arbeiten, so wird man doch daraus schliefsen, dafs sie im Ganzen sehr beträchtliche Wirkungen hervorbringen mufsten; und wirklich haben sie solche hervorgebracht: sie haben das Niveau der Hochlande erniedrigt: sie haben die mineralischen oder Gebirgs-Lager zerstückelt, und die meisten unserer Thäler ausgehölt. Wir wollen nun jede dieser verschiedenen Wirkungen untersuchen.

Das Erniedrigen des Niveau's der Hochlande.

§. 86. Die auflösende Wirkung der Atmosphäre äufsert sich auf alle Gesteine, deren Oberfläche entblöfst ist; sie durchdringt sie, sie erschlafft und zerstört den Zusammenhang ihrer Theilchen; die

Gewässer führen die also losgerissenen Theile mit fort, und in Folge einer beständigen Wiederholung dieser Wirkungen müssen die Lande oder Gebirge niedriger werden, und dies um so mehr, je mehr das Gestein, aus denen sie bestehen, der Auflösung unterworfen ist. Da jedoch dieses Erniedrigen seit Menschengedenken, und sogar seit den Beobachtungen des Menschen, immer nur ausserordentlich gering ist, und sie meistens in gleicher Grösse oder wenigstens sehr stufenweise auf allen Puncten einer grossen Fläche Landes geschiehet, so wird sie unmerklich seyn. Umsonst wird uns die Sage berichten, dass an einer grossen Zahl von Orten man jetzt Berge und Gegenstände siehet, von welchen man sonst nichts sahe, weil dazwischen-gelegene Berge und Anhöhen, welche die Aussicht dahin raubten, von ihrer Höhe verloren haben, vergeblich wird uns Pallas berichten, dass die Granit-Kette Sibiriens von ihrer Höhe, wegen der Leichtigkeit der Auflösung dieses Gesteins, viel verloren habe [1]); man könnte diese Erniedrigungen noch bestreiten, wenn die Natur nicht selbst an verschiedenen Orten Vergleichungs-Puncte und *Merkzeichen*, (Mahlhaufen) [2]) der vormaligen Höhe des Bodens gelassen hätte.

Diese Merkzeichen sind die Gänge, deren oberer Theil sich über das ihn umgebende Gestein erhebt; die Nadeln und Hörner, welche über dem

1) Voyage dans les gouvernements méridionaux de la Russie, Tom. I. p. 611.

2) Die zum Wegschaffen der Erde angestellten Arbeiter geben den Massen Erde, die sie von Weite zu Weite stehen lassen, um die weggeschaffte Menge zu beweissen, den Namen *Merkzeichen* (Mahlhaufen).

Boden, der sie trägt, hervorstehen, die in den Ebenen isolirt stehenden Berge, die Felsen und sogar die losgerissenen Felsen-Blöcke, welche den Boden einiger Gegenden bedecken.

Auf den hebridischen Inseln und an einigen Orten von Schottland und Irland siehet man, bald aus einem Granit- oder Porphyr- bald aus Schiefer- und Kalk-Gebirge eine grofse Anzahl von Basaltgängen ausstreichen, welche oft einige Fufs hoch sind; sie sind ganz den Mauern ähnlich und vertreten sogar deren Stelle, denn sie dienen dort gewöhnlich zur Umfassung (als Ringmauer) der Felder, und daher haben sie auch den Namen Dyke erhalten, den sie in dem Lande führen. Jeder, der sie siehet, wird nicht ahnen, dafs diese hervorspringenden Gang-Theile, die Reste der vulcanischen Flüsse, ursprünglich in das Gestein eingeschlossen waren, wie es noch die untern Theile sind. Das Gebirge, welches die jetzt hervorstehenden Theile umgab, ist zerstört worden, und der Boden ist vor Kurzem, um die ganze Höhe des Dyke, niedriger geworden: ich sage, vor Kurzem, denn jene Basalt-Gänge oder Mauern sind nur einige Fufs dick, und die meisten sind blos von Prismen zusammengesetzt, die ohne Bindemittel auf einander geschichtet sind: dergleichen Baue können Jahrhunderten nicht trotzen. In den Umgebungen von Schneeberg in Sachsen, mitten in Granitgebirgen, habe ich einen Quarzgang einige Metres über dem Boden hervorstehen und sie wie eine Mauer in eine beträchtliche Weite fortziehen sehen: auch hier diente derselbe als Ringmauer. Der aus diesem und ähnlichen Umständen zu ziehende Schlufs ist einleuchtend. Als Hr. Schreiber in dem Lande von Zweybrücken fast senkrechte Quarz-Mas-

sen oder Gänge von einem oder mehrere Metres Dicke bis gegen 10 Metres über die Oberfläche des Gebirges hervorstehen sahe, konnte er sich des Schlusses nicht enthalten, dafs „diese Massen ste-„hen und unverändert geblieben waren, während „der sie umgebende Schiefer durch die Gewässer „zerstört und nach und nach mit fortgerissen wor-„den war [1]).“ Die Lager zeigen dieselbe Thatsache, als die Gänge: eine halbe Meile von Sorèze auf dem Montagne-Noire (schwarzen Berge) habe ich ein sehr geringes Lager von Glimmerschiefer bemerkt, welcher quarzreicher als die andern war, und sich wie ein Kamm sieben und acht Fufs über den Gebirgs-Rücken erhob.

Alle jene spitzigen Pyramiden, welche, von der Haupt-Masse der Gebirge sich losreifsend, sich in die Lüfte erheben, alle jene dünnen Nadeln, welche den Alpen ein borstiges Ansehen geben, sind sie nicht sprechende Beweifse von der Zerstörung des Gebirges, welches sie umgab und wozu sie gehörten? Saussure konnte in Gegenwart des Mont-Cervin, einer Pyramide von mehr als 1000 Metres Höhe, auf dem höchsten Joch der grofsen Alpen, sich der Aeufserung nicht erwehren: „Ein so grofser „Anhänger der Crystallisation ich auch bin, so ist „mir doch nicht möglich, zu glauben, dafs ein sol-„cher Obelisk, in dieser Gestalt, so aus den Hän-„den der Natur hervorgegangen sey. Alles, „was ihm fehlt, ist zerbrochen und weggeschafft „worden; denn man siehet um ihn herum nur an-„dere Gipfel, welche selbst mit dem Boden zusam-„menhängen, und deren ebenfalls zerrissene Ab-

1) Journal des mines No. 11.

„fälle ungeheure Ueberreste zeigen.“ (Sauss. §. 2244).

Alle Hörner, alle Felsen, welche über der Masse der Gebirge hervorstehen, sind in demselben Falle, und beweifsen auch die Zerstörung des umgebenden Gebirges. An dem *Greifenstein* in Sachsen, auf Gneisgebirge, siehet man ungeheure Säulen, oder vielmehr dünnprismatische Granit-Massen. von mehr als hundert Fufs Höhe; sie sind durch Spalten in Schichten oder vielmehr in horizontale Platten getheilt; so dafs jede Säule aus grofsen übereinander gelegten Granit-Tafeln gebildet zu seyn scheint [1]); gewifs wird niemand bey dem Anblick dieser Massen und des Gebirges, worauf sie ruhen, glauben, dafs sie, so wie man sie siehet, durch Crystallisation gebildet, oder in die Höhe gehoben worden, oder dafs sich das umgebende Gebirge gesenkt habe; sie sind offenbar die Reste eines grofsen Granitlagers, welches sich an diesem Orte befand, wie sich deren an verschiedenen Orten der Nachbarschaft befinden. Die Berge und Hügel sind ebenfalls die letzten Reste oder Bruchstücke eines Gebirges, wozu sie gehörten. Ich führe als einziges Beyspiel die *Landskrone* an, ein Berg der mitten in den Ebenen der Lausitz, ohngefähr zwey Meilen vom Fufse der Kette, welche dieses Land im Süden begränzt, liegt. Er stellt die Gestalt eines abgekürzten Zuckerhutes dar, dessen Höhe gegen 300 Metres seyn wird; er bestehet aus Granit, so wie die Gegend und der Theil der benachbarten Kette; allein sein Gipfel besteht aus einer Basalt-Platte,

1) Dieses sonderbare Schauspiel ist in dem VI. Bande Kupfer der Encyclopaedie. Folio-Format, dargestellt.

von 70 bis 80 Metres Dicke, in ihrem ganzen Umfange. Diese Platte ist nur der Ueberrest eines Lava-Flusses; sie konnte nur in ihre jetzige Lage kommen, indem sie von einem höhern Puncte kam; und es ist natürlich, diesen Punct, den Ursprung des Flusses, auf der Kette zu suchen, wo sich übrigens noch viel andere Basalte befinden.

Man muſs also annehmen, daſs der Zwischenraum ehedem ausgefüllt war, und folglich das Gebirge, wenigstens zwey Meilen weit, um 500 Metres niedriger geworden ist, und zwar in einer ziemlich kurzen Zeit, weil sie nicht bis dahin reicht, wo unsere Vulcane erschienen. Die Folgerung würde fast dieselbe seyn, wenn der Ursprung des Basalt-Stromes anderswo, als auf der Kette, angenommen worden wäre.

Die Betrachtung der isolirten Gebirge bietet dem Geologen oft viel Gegenstände der Betrachtung über die Umwälzungen, die unsere Erd-Oberfläche erlitten hat, und über das beträchtliche Erniedrigen der Gebirge, dar. Wir wollen unsere Aufmerksamkeit einen Augenblick bey dem im Hessischen, sechs Meilen südöstlich von Cassel gelegenen, Berge, Meiſsner genannt, festhalten. Er erhebt sich wie ein Coloſs über die umgebenden Gebirge, wovon er übrigens ganz getrennt ist. Sein Gipfel stellt eine Ebene dar, welche zwey Meilen lang, eine Meile breit, mehr als 600 Metres über dem unten fliessenden Flusse, und ohngefähr 700 Metres über dem Meere erhaben ist. Die Hauptmasse des Berges besteht aus Muschel-Kalkstein und Sandstein: über und auf einer Schicht Sand hat man ein, an einigen Stellen gegen 30 Metres dickes, Lager von fossilen Holze; selbiges ist mit einem ungeheuren Basalt-Fluſs von 100 bis 150 Metres Höhe bedeckt, welcher die oberste Platte ausmacht. Wenn der Beobachter die Bestandtheile dieses Berges untersucht, und die Augen auf die benachbarten Gegenden gerichtet hat, so wird er sich nicht enthalten können, zu äuſsern: Der ungeheure Hau-

fen von Holz, welches auf diesem Gipfel ruhet, ist ganz gewiſs dahin geführt worden; alle jene Bäume sind nicht an Ort und Stelle gewachsen; die Gewässer, welche sie herbeygeführt haben, kamen von höhern Gegenden, und der Boden, auf welchen sie selbige abgelagert haben, war also eine Niederung; der Basalt-Strom, welcher sie wieder bedeckte, floſs aus einem noch höher gelegenen Krater. Die hohe Gegend, aus welcher die Bäume gekommen sind, ist nicht mehr vorhanden; der Berg beherrscht jetzt das ganze Land rings umher, 15 Meilen im Umkreis; und jenseits giebt es über ihn in ganz Nieder-Deutschland nur eine kleine Anzahl isolirter Gipfel. Das ganze anliegende Gebirge, welches höher war, ist also verschwunden; es ist zerstört und fortgeführt worden, und es braucht solches nicht durch eine heftige und schnell vorübergehende Ursache geschehen zu seyn; nur die Hand der Zeit, mit Hülfe der atmosphärischen Elemente, hat den Berg also in seinem ganzen Umfange bilden, daraus eine isolirte von allen Seiten losgerissene Masse, machen können.

Die zahlreichen Felsen-Blöcke, welche man oft genug in gewissen Gebirgen, besonders in Granitgebirgen antrifft, und wo alles anzeigt, daſs sie an dem Orte ihrer Erzeugung oder wenigstens eine sehr kleine Entfernung davon sind, werden ebenfalls eine offenbare Thatsache, und folglich ein Beweis von der Höhen-Abnahme des Bodens seyn. So siehet man, zum Beyspiel, in den Umgebungen von Huelgoat in Bretagne, ebene, mit groſsen Kugeln oder sphäroidalischen Massen von Granit, zwey bis drey Metres dick, bedeckte Räume: die Local-Umstände und die Kenntniſs von den Wirkungen der Zersetzung auf die Gesteine lieſsen mich nicht zweifeln, daſs jene Kugeln und Massen die Reste und gleichsam die härtesten Theile der Granit-Masse wären, welche ehedem an diesem Orte vorhanden gewesen war. Alle Geologen haben dieselben Thatsachen beobachtet.

Verschiedene Naturforscher betrachten auch die wirklich überraschende Lage der Blöcke, welche man bisweilen auf einem Boden findet, dem sie schlechterdings fremd sind, und wohin sie offenbar geführt worden, wenn auch nicht als einen Beweis, doch wenigstens als eine Folge der Zerstörung vormaliger Gebirge. So findet man in den Flötzgebirgen des Jura, auf dem nach den Alpen gerichteten Abfall, da kein anderer Berg dazwischen liegt, in einer mehr oder weniger beträchtlichen Höhe, welche bis gegen 800 Metres über den Genfer-See ansteigt, eine grosse Anzahl Trümmer von Urgesteinen, wovon einige tausend cubische Meter halten; sie sind nirgends in grösserer Menge und in grösserer Höhe, als den grössern Thälern der Alpinen gegenüber: ohnfehlbar kommen jene Trümmer aus diesen Thälern, und ihre Beschaffenheit läfst zu, die Berge anzugeben, zu welchen sie gehört haben. Dolomieu glaubte, dass sie in ihre gegenwärtige Lage gekommen, durch Ströme fortgetrieben wären, indem sie auf einer geneigten Ebene oder Gebirge herabrollten, welches sich ursprünglich von den Alpen bis zu den Theilen des Jura, wo man sie findet, erstreckte: dieses jetzt zerstörte und fortgeführte Gebirge füllte den, jetzt die niedere Schweiz umfassenden, Raum aus. Eben so stellen alle Ebenen des nördlichen Europa, auf einem Uebergangs-Gebirge, grosse Blöcke von Urgesteinen dar. Die Hrn. von Buch und Hausmann haben eine gleiche Beschaffenheit zwischen den Blöcken in Nieder-Deutschland und den Massen erkannt, welche die Gebirge Scandinaviens, der andern Seite des baltischen Meeres, ausmachen. Vielleicht sind auch hier die Blöcke nach und nach auf einem geneigten Gebirge, welches ehedem einen Theil des baltischen Meeres hatte, von den Bergen in die Ebenen herabgefallen [1]).

1) Man sehe über diese so ausserordentlichen Thatsachen, und die Hypothesen, durch welche man sie zu erklären gesucht hat, Saussure, §§. 208 — 212; und den Auszug einer interessanten Abhandlung von Hrn. von Buch, über die Blöcke des Jura, welcher Auszug mit vernünftigen

Zerstückelung der Lager.

§. 87. Wenn das Erniedrigen des Bodens nur theilweise geschiehet, und die in ihrer ursprünglichen Höhe verbleibende Masse von einer beträchtlichen Gröſse ist, so hat das Ganze sodann das Ansehen eines zerstückelten Gebirges, dessen verschiedene Schichten oder Lager gleichsam zerschnitten sind, und man siehet an den beyden Seiten des Schnittes, das heiſst, an dem Zwischenraume, welcher die Massen trennt, die Theile derselben Lager vollkommen übereinstimmen.

Ich will sogleich von dieser Thatsache ein Beyspiel geben, welches sie ganz auſser Zweifel setzen wird, und welche zugleich die Art ihrer Erzeugung seyn wird.

Bey Adersbach in Böhmen, in einem Sandstein-Gebirge, siehet man ein Thal, dessen ebener Grund eine groſse und schöne Wiese darstellt: von verschiedenen Puncten seiner Oberfläche erhebt sich eine Menge von säulenartigen Massen eines weiſsen Sandsteines, welche bisweilen bis gegen 100 Metres Höhe haben, und die Gestalt ungeheurer auf diesen grünen Teppich aufgerichteter Kegel darstellen. Wenn man zwischen diesen Säulen wandelt, so siehet man, daſs jede von Schichten zusammengesetzt ist, die von einander, theils in der Gröſse des Kornes, theils in den verschiedenen Farben-Veränderungen abweichen; und man bemerkt, daſs bey den nächsten Säulen, die eben so beschaffenen Schichten ganz mit einander übereinstimmen; sie sind genau in derselben Höhe; und

Betrachtungen vom Hrn. Brochant in den Annales de chimie et de phisique Tom. VII. et X. begleitet worden.

man kann unmöglich verkennen, dafs sie Theile eines einzigen und desselben Lagers sind, welches ursprünglich alle Säulen durchzog, und dafs die Zwischen-Theile weggeführt worden sind. Man wird nicht mehr zweifeln können, wenn, indem man sich dem die Wiese begränzenden Hange nähert, man die Säulen sich einander nähern und bald nur eine einzige Masse bilden siehet. Da hat man das ganze Geheimnifs dieser sonderbaren Formation auf die deutlichste Art vor Augen: die Masse oder der Berg ist mit senkrechten, sich fast in rechten Winkeln schneidenden, Klüften (fissures) durchschnitten, wie solches in vielen Sandsteingebirgen Statt findet. Die atmosphärischen Kräfte, welche in diese Klüfte eindringen, greifen die Wände derselben an; das Bindemittel des Sandsteins löfst sich auf, seine Körner reifsen sich los, fallen auf den Grund der Klüfte, und werden von den Gewässern, welche bey Regenwetter darin fliefsen, mit fortgeführt. Nach und nach erweitern sich die Klüfte, die zwischen ihnen begriffenen Felsen-Prismen nehmen an Gröfse ab, und verschwinden endlich ganz.

Die zahlreichen mit Basalt-Platten bedeckten isolirten Berge, die man in geringer Entfernung von einander bey Clermont in Auvergne, so wie unter andern den Gergovia, den Puy-Girou, den Rodeix, den Redon, den Puy-d'Araigne, die Kralle bey St. Amand u. s. w. siehet, haben mir eins der auffallendsten Beyspiele, die man von Zerstükkelung der Gebirgs-Lager und der vulcanischen Flüsse sehen kann, gezeigt. Hr. von Montlosier hatte dieses Beyspiel schon angeführt und dargelegt, auch alle Folgerungen, die man in Bezug auf die Beschädigungen des vormaligen Bodens des

Landes und das Erniedrigen seines Niveau's daraus ziehen kann, abgeleitet [1]).

Ich will die Thatsachen und Beobachtungen von derselben Art, die mir die Basalte in Sachsen verschafft haben [2]), nicht wiederholen, und nur mit einem überzeugenden und einer grofsen Anzahl von Beobachtern einleuchtenden Beyspiele schliefsen.

Man begebe sich auf die Anhöhe von Montmartre und untersuche die Hänge, welche das Thal nördlich von Paris bis gegen Ménilmontant begränzen. Ueberall, wo das Gestein entblöfst ist, wird man mit Thon- und Mergellagern untermischte Gipslager sich fast horizontal erstrecken, alle Abhänge mit beybehaltener gleicher Dicke durchschneiden, und mit denen des Montmartre vereinigen sehen. Das schwache, zwischen zwey Gips-Schichten begriffene und eine blauliche Schicht in der Mitte der weifsen Masse bildende Thonlager, wird dem Beobachter hauptsächlich auffallen. Auch derjenige, welcher am wenigsten zu einem Schlusse geneigt wäre, müfste sagen:

Dieses Lager, so wie jedes andere, machte ehedem ein zusammenhängendes Ganzes aus, welches sich in der ganzen Gegend erstreckte: es befand sich in dem Zwischenraume, welcher die Abhänge trennt; und da es nicht mehr vorhanden ist, so mufs es irgend eine Ursache fortgeführt haben: es kann nicht versunken seyn, weil der Boden der Zwischenräume von der Verlängerung der Schich-

1) Man sehe das vortreffliche Werk dieses Schriftstellers über die Vulcane in Auvergne.

2) Mémoires sur les basaltes de Saxe, pag. 55 et suiv.

ten gebildet ist, die unter besagtem Lager an den Orten, wo selbiges noch besteht, sich befinden.

Sucht er sodann die Ursache auf, welche jene jetzt fehlenden Zwischen-Theile weggerissen, und die Trümmer anders wohin geführt haben kann, so wird er dafür keine andere, als die atmosphärischen Kräfte, annehmen können: sie allein haben eine Wirkung auf diesen Theil der Erd-Oberfläche ausgeübt.

Allein man wird fragen: woher kommt es, daſs gewisse Lager oder Theile derselben so zerstört worden, während andere unbeschädigt bleiben? Woher kommt es, daſs die Auflösung ein Erniedrigen des Gebirges auf einem Puncte bewirkt, und es auf einem andern in seiner ehemaligen Höhe läſst? Dies rührt daher, daſs alle Lager und alle Theile eines Lagers nicht gleich hart, gleich leicht aufzulösen, und der zerstörenden Wirkung der Elemente nicht gleich ausgesetzt sind.

Die Granite und Basalte, nächst andern Gesteinen, stellen die gröſsten Verschiedenheiten in ihrer Geneigtheit zur Auflösung dar; welcher Mineralog hat unter den bey der Berührung mit der Atmosphäre in Kies zerfallenden Graniten selbst nicht Steine und groſse Blöcke des härtesten Gesteines bemerkt? Häufig habe ich zwey neben einander liegende Basaltstücken gesehen, wovon das eine schwarz, sehr fest, in Prismen getheilt, aller Auflösung zu trotzen schien, während das andere derselben leicht nachgab, sein äuſserer Theil war schon in Erde verwandelt. Wahrscheinlich waren die Theile der zerstörten Basalt-Flüsse von letzterer Beschaffenheit: der darunter liegende Granit wird eine Beute der zerstörenden Wirkung der Atmosphäre gewesen seyn, und nach und nach an

Höhe abgenommen haben; die harten Theile jener Flüsse werden widerstanden haben, und durch den darunter befindlichen Gebirgs-Theil, den sie vor der Auflösung sicherten, getragen und unterstützt, werden sie in ihrer ersten Höhe verblieben seyn.

Besondere Umstände bey der Gestalt und den Zufälligkeiten in einem Gebirge bewirken oft, daſs einige Theile viel stärker angegriffen werden, als die andern: zum Beyspiel, da die Klüfte, welche das Sandstein-Gebirge bey Adersbach durchziehen, den zerstörenden Kräften Eingang und Eroberung verschafft hatten, griffen selbige die Wände an, erweiterten die Klüfte, zerstückelten also das Gebirge, und zerschnitten es gleichsam in jene Säulen-Massen, wovon wir oben geredet haben: hier ist die Auflösung hauptsächlich in der Seiten-Richtung geschehen.

Bildung der Thäler.

Umstände bey dieser Bildung.

§. 88. Indem die Beschaffenheit des Gebirges das Wegwaschen nach einer gewissen Richtung leitet, so kann sie die Zerstörung und das Erniedrigen des Bodens verursachen; und wenn die Theile rechts und links unversehrt bleiben, so wird sich ein Thal bilden.

Um uns einen genauen Begriff von einer solchen Bildung zu machen, wollen wir uns ein ziemlich stark geneigtes Gebirge vorstellen, welches durch eine Wirkung seiner Ur-Gestaltung an einem Orte, eine leichte Eindrückung, zum Beyspiel, eine Hohlung von einer sehr geringen Tiefe hat.

Die Regenwasser, mögen nun selbige geradezu in diese Art von Bassin fallen, oder in Gestalt von Quellen dahin kommen, werden sich da sammeln, am niedrigsten Puncte des Umfanges ausfliefsen, und von da auf dem geneigten Gebirge herabsteigen, indem sie der geraden oder krummen Linie des gröfsten Abhanges folgen. Wenn sie nun fortwährend auf dieser Linie, gleichsam wie in einer Rinne, fliefsen, so waschen und tiefen sie den Boden aus (§. 42) und graben sich ein Bette.

Die der Wirkung der Atmosphäre ausgesetzten Wände dieser Art von Canal werden, so wie alle Gesteine, jene Wirkungen empfinden; die Theilchen, welche durch die Auflösung abgelöfst werden, fallen durch ihr Gewicht, oder werden durch die Regen in den Strom geführt, welcher sie weiter bringt. Die durch die verschiedenen Umstände, wovon wir §. 45 und 46 gesprochen haben, begünstigte Schwere wird den Einsturz einiger Theile derselben Wände veranlassen; Blöcke werden im Grund der Rinne fallen, dort werden sie sich zerlegen, und endlich in Kies oder eine Erde auflösen, welche grofsen Theils durch die Gewässer mit fortgeschwemmt wird. Auf diese Art, und durch die beständig wiederholte Wirkung derselben Kräfte, wird der Canal sich vertiefen, erweitern und endlich mit der Zeit ein Thal werden.

Nur als Beyspiel eines Zufalles im Gebirge haben wir eine Eindrückung als erste Ursache der Bildung eines Thales, oder vielmehr als Ursache des Daseyns eines Thales auf einem Puncte und nicht auf einem andern, angenommen: denn sonst können viel verschiedene Zufälle, nämlich eine Kluft, eine kleine Vertiefung, in Form einer Dach-

traufe, die Anwesenheit eines mildern oder leichter zu erweichenden Gesteins, die Lage bestimmt haben.

Was die Bildungs-Weise betrifft, welche wir dargestellt und dem Wegwaschen der fliefsenden Gewässer, der auflösenden Wirkung der Atmosphäre und den Wirkungen der Schwere zugeschrieben haben, so giebt es keinen Geognosten, welcher nicht Gelegenheit gehabt hätte, sich von ihrer Wirklichkeit zu überzeugen. Es giebt keinen einzigen, dem bey Bereisung einer Gebirgs-Kette nicht vorgekommen wäre, in ein Thal zu gehen, das anfänglich breit und tief, dann sich zusammenzieht und an Tiefe abnimmt, je mehr man sich dem Ursprung nähert, und bisweilen auf der Mitte eines Abfalles in einer Schlucht endigt, welche noch alle Zeichen ihres geringen Alterthums und der Ursache, welche sie erzeugt hat, an sich trägt.

Wahrscheinlich sind nach einem starken Regen die Gewässer auf diesen Punct gelaufen, und da sie ihn von der Beschaffenheit fanden, sich angreifen zu lassen, haben sie ihn ausgehölt. Gewöhnlich siehet man die Gewässer oft in Gestalt eines schwachen Baches in die Schlucht fallen; oben drüber fliefst derselbe in einer leichten Krümmung des Gebirges. Mit der Zeit und wenn wieder schickliche Umstände eintreten, so verlängert sich die Schlucht, und folglich auch das Thal, an der Krümmung hinauf, und erhebt sich immer mehr nach dem Joche zu. Während dieser Zeit fahren die zerstörenden Kräfte der Gesteine fort, an den untern Theilen des Thales (die dem Fufse der Kette nahe sind) zu wirken; sie erweitern und vertiefen sie, bis der Abhang eine gewisse Neigung angenommen hat.

Hauptsächlich auf grofsen Höhen erzeugen die Gewässer merkbarere Wirkungen; da sie dort geschwinder fliefsen, so haben sie auch mehr Kraft. Uebrigens kann es wohl möglich seyn, dafs die Gewässer anfänglich häufiger waren, als jetzt, und also ihre Masse ihre Kraft vermehrte. Hr. von Humboldt hat oft die Meinung geäufsert, dafs die Flüsse ehedem unvergleichlich mehr Wasser führten, und er hat unzweydeutige Spuren ihrer vormaligen Ufer in Höhen bemerkt, die sie nicht mehr erreichen.

Er glaubt, dafs verschiedene derselben jene grofsen Betten inne hatten, in deren Mitte ihr jeziger Pafs ausgegraben ist, und welche wir (§. 32) als Thäler der Ebenen dargestellt haben: in der That ist der Boden jener grofsen Betten meistens durch an- und aufgeschwemmtes Land von derselben Beschaffenheit gebildet worden, als dasjenige ist, welches der jetzige Flufs beym gewöhnlichen Anschwellen absetzt oder absetzen könnte.

Schätzung der Macht der Kräfte, welche zur Aushölung der Thäler mitwirken.

§. 89. Allein, kann ein Wasser-Strom das Bett, in welchem es fliefst, aushölen und vertiefen? Aufser dem, was wir von den Wirkungen der fliessenden Gewässer auf die Felsen gesagt haben, will ich noch zum Beweis ein Beyspiel anführen, welches sich unmittelbar auf unsern Gegenstand bezieht. In den Graniten des hohen Vivarais, nach den Quellen der Ardèche hin, hat man verschiedene tiefe Thäler; in einigen, nämlich in den Thälern von Montpezat, Jaujac, Antraigues u. s. w. und zu einer sehr neuen Epoche im Vergleich mit den durch verschiedene Denkmäler der Natur in

denselben Gebirgen angezeigten, Zeiten, haben Vulcane den Grund dieser Thäler mit ihren Laven bedeckt [1]). Die schwachen Bäche, welche versetzt worden waren, sind wieder gekommen; sie haben sich zwischen der Lava und dem Granit ein neues Bett geöffnet, und haben es an verschiedenen Orten um einige Fuſs tiefer, als das gemacht, welches zur Zeit der vulcanischen Eruptionen bestund; denn man siehet die Producte der letztern deutlich auf Gewölblagern ruhen, welche den Grund des vormaligen Bettes anzeigen, und das neue ist darunter. Hier hat man also, seit einer in der Chronologie der Natur wenig entfernten Epoche, ein um einige Fuſs ausgetieftes Thal. Hier hat man, würde Hr. Playfair sagen, die *Differenziale* der Aushöhlung der Thäler; auf der Zeit ruhet die *Integration* derselben. Die Zeit, welche so enge Gränzen für uns hat, hat keine für die Natur; für diese ist sie eben so unendlich, wie der Raum: beyde übersteigen alles, was unsere Einbildungskraft zu fassen vermag [2]).

1) Man sehe das Werk von Hrn. Faujas über die erloschten Vulcane des Vivarais und die Histoire naturelle de cette province, par M. Soulavie.

2) Ich versuche die Uebersetzung der Stelle, mit welcher der schottländische Mathematiker seine rednerische Erzählung von den Umformungen unserer festen Länder schlieſst: „So sind die Veränderungen, welche die tägliche Wirkung der zerstörenden Kräfte auf der Erd-Oberfläche hervorbringt. Diese, wenn man sie einzeln nimmt, wenig beträchtlichen Wirkungen werden, wenn sie nach einem Ziele streben, unermeſslich, ohne je bey stets gleicher Richtung und während unendlichen Zeiten, einander hinderlich zu seyn. Alles wird niedriger und nichts höher; alle harte Körper zerfallen, und keine

Die Thatsachen beweisen auch ganz offenbar, was die Auflösung der Gesteine zur Erweiterung der Thäler beyzutragen vermag. Wie oft trat ich nicht, als ich auf den Granitgebirgen in Schlesien, der Auvergne, den Sevennen, den östlichen Pyrenäen ging u. s. w. gleichsam in einen Kies-Haufen. Ein einziger starker Gewitterregen wird hingereicht haben, diese also aufgelöſste Rinde bis auf ein und zwey Fuſs tief aufzuheben und sie mit in den Strom zu ziehen, welcher sie hernach auſserhalb des Thales bringen wird. Die Auflösung wird bald das von neuem entblöſste Gestein durchdringen; sie wird bald eine neue Rinde ablösen; und vielleicht, nach zwanzig, dreyſsig oder funfzig Jahren wird

weiche Masse, keine lockere Erde wird fest. Die Kräfte, welche den Zustand der Erd-Oberfläche zu erhalten und die, welche ihn zu verändern suchen, sind nie im Gleichgewicht; letztere sind die mächtigsten; sie sind *lebendige Kräfte*; die andern sind gleichsam *todte Kräfte*; dieses Gesetz der Umwandlung ist eins von denen, welche keine Ausnahme gestatten: die Elemente aller Körper waren unzusammenhängend und getrennt; sie werden alle in denselben Zustand zurückkehren: so ist die unveränderliche Ordnung der Natur.“

„Man wird der Wirklichkeit dieses Ganges nicht ihre Langsamkeit, welche sie in den Augen der Menschen so unmerklich macht, entgegen setzen können. Das, was davon unsere Beobachtungen bestätigen können, ist nur eine im Vergleich mit dem Ganzen *verschwindende* Gröſse, es ist nur die augenblickliche *Zunahme* einer unermeſslichen Reihe, welche keine andern Gränzen, als das Daseyn der Welt hat. Die *Zeit integrirt* dieses *unendlich kleine Element*, sie *ſummirt* die Glieder dieser *Reihe*, und die Gröſse des Resultats setzt unsere Einbildungskraft in Verwunderung.“ Illustrations of the Huttonian theory, §§. 114 et 115.

wieder ein Gewitter das Thal um ein oder zwey Fufs erweitern.

Wir bemerken noch, dafs die Wirkungen der Auflösung auf die senkrechten oder sehr geneigten Wände eines Thales, bey übrigens gleichen Umständen, gröfser seyn müssen, als auf eine horizontale Fläche: hier hält die Schwere der getrennten Theile noch an Ort und Stelle zurück; die Rinde, welche sie bilden, verdickt sich beständig, und bald schützt sie im Ganzen und theilweise den darunter befindlichen Felsen: an den Thalwänden im Gegentheil stürzt die Schwere die Theilchen, sobald sie sich getrennt haben, hinab; und es zeigt sich eine fortwährend zu der zerstörenden Wirkung der Atmosphäre erneuerte Fläche. Da das Wasser auf einer horizontalen Fläche fast keine Geschwindigkeit hat, so wird es schwerlich die Producte der Auflösung mit fortreifsen können; auf den geneigten Flächen ziehet sie selbige mit Leichtigkeit fort.

Man wird den Strömen in hohen Thälern die Kraft nicht streitig machen, die Producte der Auflösung fortzuführen. An verschiedenen Orten sieht man sie auf blofsen Felsen fliefsen; und doch kann man nicht zweifeln, dafs die auf die anliegenden Gebirge fallenden Regen und Platzregen ihnen eine grofse Menge Steine, Sand, Erde und Leimen zuführen.

Diejenigen dieser Substanzen, welche der Strom nicht mit fortreifst, oder vielmehr diejenigen, welche nicht in dessen Bette fallen, häufen sich am untersten Ende der Thalwände an, und bilden dort natürlich eine Böschung. Durch diese Bekleidung wird der unterste Theil der Wände theils vor der Auflösung, theils vor den Ursachen geschützt, welche die Einstürze bewirken; so mufs sich also das

Thal, bey übrigens gleichen Umständen, mehr oben als unten erweitern.

Nun sage man uns nicht mehr, daſs wir, indem wir Wasserzügen die Aushöhlung von Thälern zuschreiben, welche bisweilen mehr als hundert Meilen Länge, eine Meile Breite, und gegen tausend Metres Tiefe haben, eine, mit der hervorgebrachten Wirkung in keinem Verhältniſs stehende, Ursache annehmen. Wasserzüge sind nicht die einzige Kraft; und die Ursache, welche wir anerkennen, ist diejenige, welche den Boden eines Theils von Nieder-Deutschland, einige hundert Metres unter die Spitze des Meisners; das Joch der groſsen Alpen, um mehr als 1000 Metres unter dem Gipfel des Mont-Cervin u. s. w. erniedrigt hat. So klein auch anfänglich eine Wirkung scheint; sie wird, wenn sie unendlich viele Male wiederholt wird, unendlich groſs.

Die Einrichtung und der Bau der Thäler verrathen ihren Ursprung.

§. 90. Die Anordnung der Thäler, ihre Richtung, ihre Gestalt, die Schichtung der Gebirge, welche sie begränzen, sind auch Merkmale des Ursprungs, den wir ihnen zuschreiben.

Niemanden wird die Art und Weise unbemerkt geblieben seyn, womit die Gewässer, vorzüglich nach einem Gewitterregen, die Hügel und Ländereyen, welche eine beträchtliche Böschung haben, ausgefurcht und ausgehöhlet haben. Jeder wird in der Einrichtung dieser kleinen Schluchten, in Bezug auf den Abhang, auf welchem sie sich befinden, in ihren Krümmungen und den Abweichungen ihrer Richtung, in ihren Verzweigungen, in der

Gestalt der zwischen inne liegenden Massen Erdreich, das treue Bild derselben Thatsache haben, welche die Thäler und Gebirge darstellen.

Wenn wir in unsern Zimmern die Relief-Modelle der Gebirgs-Ketten prüfen, so glauben wir einige dieser Hügel also ausgehöhlt zu sehen: die vollkommene Gleichförmigkeit an dem Ausschnitt führt natürlich darauf, hier die Gleichförmigkeit in der Ursache anzunehmen. Bey dem Anblick dieser sonderbaren Einrichtung und Verzweigung der Thäler kann man sich nicht erwehren, mit Playfair zu erkennen, dafs es die mit demselben Instrumente wiederholten Schnitte sind, welche jene Züge so tief in die Erd-Oberfläche eingegraben haben; und dieses Instrument ist vorzüglich die zerweichende und auflösende Kraft des Wassers. Mir ist es unmöglich, daran zu zweifeln, wenn ich, von einer Gebirgs-Kette aus, alle jene Züge, nämlich die Thäler der verschiedenen Ordnungen (oder Classen), die Schluchten betrachte und sie alle bis in ihre letzten Verzweigungen nach der Linie der gröfsern Neigung des Abfalles und der Flächen, auf denen sie anzutreffen, gerichtet sehe (§. 24). Denn endlich, *die Gewässer sind fähig, eine solche Wirkung hervorzubringen;* sie streben sie *hervorzubringen, und alles ist wirklich so, als wenn sie solche hervorgebracht hätten.*

Die Biegungen und Abweichungen, welche die Thäler in ihrem Zuge und auf dem Haupt-Hange darstellen, sind kein Einwurf gegen den Ursprung, den wir ihnen zuschreiben: sie hängen von besondern Umständen ab. Sie dienen sogar zur Bestätigung dieses Ursprungs: denn sie sind im Allgemeinen um so weniger zahlreich und um so kleiner, als die Ebene des Abhanges mehr geneigt ist. Um über die Ursachen zu urtheilen, welche

die Abweichungen hervorbringen können, wollen wir uns ein sehr geneigtes und einige geringe Einbiegungen darbietendes Gebirge vorstellen; die Gewässer, welche darauf fallen, werden sich in diese Einbiegungen begeben und darin nach der Tiefe fliessen, dabey aber gerade zu der Linie des grössern Hanges folgen. Gesetzt nun, dass eine von diesen anfanglich nach nurbesagter Linie gerichteten Einbiegungen nachher abwiche, so wird die niedersteigende Kraft des Wassers sich in zwey einzelne Kräfte zerlegen, wovon die eine nach der Richtung des grössern Hanges wirken, und die andere das Wasser in den Einbug jenseits der Krümmung leiten wird: vermöge der erstern, wird das Fluidum das sich seinem natürlichen Wege entgegensetzende Hinderniss zu überwinden streben; es wird solches um so leichter überwinden, je mehr

1) seine Kraft beträchtlich, das heisst, das Gebirge geneigt seyn,
2) die Summe der zu überwindenden Hindernisse gering, das heisst, die Masse des zu zerweichenden Gebirges, dünn seyn wird; welches hauptsächlich von der Tiefe des Einbugs abhängt, und
3) je leichter die Hindernisse zu überwinden seyn werden, das heisst, je milder das zu zerweichende Gestein seyn wird.

Der sehr krumme Lauf verschiedener in den Ebenen fliessenden Flüsse ist eine Folge dieser Grundsätze.

Die Gestalt der Thäler, ihre Verengung, je nachdem die Wasser-Menge, die sie führen oder aufnehmen können, geringer ist, ihre Verzweigung hauptsächlich am obersten Ende, ihr öfteres und unmerkliches Verschwinden nach dem Gipfel hin, die merkwürdige Uebereinstimmung zwischen den aus- und einwärts gehenden Winkeln, die sie so häufig darstellen, sind auch Merkmale des Ursprunges, welchen wir ihnen angewiesen haben, und Thatsachen, welche mit jeder andern Bildungs-Art im Widerspruch sind.

Eben so ist es mit den Umständen der Schichtung der die Thäler begränzenden Gebirge. Fast immer, wenn die Gebirge einander sehr nahe liegen, stimmen ihre Schichten, wenn sie horizontal sind, auf beyden Seiten mit einander überein; sind sie senkrecht, oder in einer schrägen Richtung gegen das Thal, so siehet man dieselbe Schicht an einer der Seiten in der Verlängerung des Theiles, welcher auf der entgegengesetzten Seite ist, wieder hervortreten: dies ist vorzüglich auffallend, wenn eine Schicht, welche härter als eine andere ist, und der Auflösung mehr widerstanden hat, über die Gehänge des Gebirges hervorragt. Endlich, wenn die Schichten geneigt sind, zeigen sie sich mit derselben Richtung und Neigung an den beyden entgegengesetzten Bergen: mit einem Wort, in allen diesen Fällen ist die Schichtung genau so, als wenn das Gebirge ehedem ein zusammenhängendes Ganze gebildet hätte und das Thal nur die Wirkung einer zufälligen Fortschaffung des Bodens wäre. Wenn das Thal sehr breit ist, und also die selbiges begränzenden Gebirge sehr entfernt sind, so kann man aus der vergleichenden Untersuchung ihrer Schichtung keine Folgerung ziehen: man weiſs, wie vielen Veränderungen die Schichten in ihrer Erstreckung, sogar in kleinen Entfernungen, unterworfen sind.

Deluc's und anderer Meinungen über die Bildung der Thäler.

§. 91. Wie konnte Hr. Deluc nach solchen, über die Schichtung so bekannten Thatsachen, die Meinung: daſs die Schichten auf beyden Seiten der Thäler gegen den Thalweg geneigt und sie also mit den Wänden dieser Thäler parallel wären, her-

vorbringen und mit so viel Hartnäckigkeit behaupten? Er nimmt an, dafs die Schichten ursprünglich horizontal waren: zahlreiche Senkungen, welche sodann eingetreten wären, und welche den Thälern ihre Entstehung gaben, hätten den Bruch dieser Schichten und das Einsenken derselben veranlafst; der sich unmittelbar unter dem Thalwege erstreckende Theil wäre niedriger geworden, während der andere, welcher den Kamm der benachbarten Zweige bildete, in seiner ursprünglichen Höhe verblieben wäre, oder sich noch über selbige erhoben hätte. Jener Bruch und jene Schaukel-Bewegung wären denjenigen eines Bretes ähnlich, das an seinen beyden Enden unterstützt würde und von dem Gewichte eines darauf gestellten Körpers zerbräche. Ich habe wohl in den Kalkstein-Alpen in den Umgebungen von Genf, des Jura und der Savoye, wirklich, gegen die Mitte des Thales geneigte, Schichten gesehen: dies ist ein besonderer Umstand, welcher vielleicht von der Gestaltung abhängt, welche das Gebirge zur Zeit der Bildung dieser secundären (Flötz-) Schichten hatte; allein sobald man in den Mittelpunct der Alpen kommt, und im Allgemeinen in allen Urgebirgen, siehet man dergleichen nicht. Ich habe einen Theil meines Lebens mit Beobachtung jener Gebirge verbracht, und ich kann versichern, dafs fast überall, ohne Berücksichtigung der Verhältnisse der Lage zwischen der Kette und der *allgemeinen* Schichtung, die Schichtung derselben schlechterdings unabhängig von der Richtung und Gestalt der Thäler ist; dafs diese Thäler blofse Auflösungen des Zusammenhanges sind, welche, nachdem die Gebirgs-Lager ihre jetzige Gestalt und Lage angenommen hatten, bewirkt wurden.

Ich will mich nicht dabey aufhalten, Deluc's Meinung über die Bildung der Thäler zu widerlegen. Durch welches Wunder in den Pyrenäen, so wie in jeder andern regelmäfsigen Gebirgs-Kette, wären die Senkungen, welche die Querthäler erzeugt haben, senkrecht auf das Joch, nach welchen sie sich immer richten, gemacht worden?

Wie sind sodann die Senkungen für die Thäler der zweyten Ordnung auf die Kämme der Zweige, nach denen sie sich ebenfalls richten, senkrecht geworden?

Wie haben Senkungen alle jene Verzweigungen, durch welche die Thäler sich unvermerkt auf den Jochen und Kämmen verlieren, hervorgebracht?

Diejenigen, welche wollten, dafs die Gebirge durch Erhebungen entstanden wären, hatten sie auch alle jene Umstände der Structur der Gebirgs-Ketten in Betracht gezogen?

Diejenigen, welche behaupten, dafs die Thäler durch Strömungen, entweder in dem Meeres-Grunde, oder bey grofsen Fluthen geöffnet wurden, waren sie nicht in demselben Falle? Sahen sie, dafs alle Thäler in einer Kette an ihrem obersten Ende geschlossen sind? Dafs in derselben Kette, wenn die Thäler der ersten Ordnung in einer Richtung sind, die der zweyten auf jenen senkrecht stehen, und dafs es in Folge der Abweichungen, welche die Thäler aller Classen so oft darstellen, auf einer und derselben Kette, Thäler in allen Richtungen giebt?

Diejenigen endlich, welche an unsern Gebirgen blos eine Umkehrung (redressement) verschiedener Theile der durch den Stofs eines Cometen zerschmetterten Erd-Rinde erkannt haben, erinnerten sie sich, dafs es Berge auf dem ganzen Um-

fange der Erdkugel giebt und die gröſsten, nur wie die kleinen Unebenheiten auf der Schaale einer Orange sind?

Product der Auflösung in den Ebenen und den Meeren.

§. 92. Was ist nun mit allen von dem Erniedrigen der Gebirge, der Zerstückelung der Schichten und Aushöhlung der Thäler entstandenen Trümmern geworden? Ein kleiner Theil ist in dem Grunde der Thäler geblieben, und dieser Theil bildet daselbst die Bekleidung von Erde und Steinen, welche den untern Theil der Wände bedeckt und ihren Grund inne hat: der Rest ist durch die Gewässer fortgeführt, auf den Boden der groſsen Ebenen niedergelegt, oder mit in die Meere genommen und auf ihrem Bette und an ihren Küsten verbreitet worden.

Deluc macht einen sehr starken Einwurf gegen die Bestimmung, welche wir hier dem Producte der Zerstörung der Gesteine geben und folglich auch gegen diese Zerstörung, besonders gegen die Aushöhlung der Thäler. Was ist, würde zum Beyspiel er sagen, jene ungeheure Menge von mineralischen Stoffe geworden, welche das groſse Rhone-Thal und die in selbiges ausgehenden Thäler ausfüllte? Ist sie durch den Fluſs weggeführt und über die Gegenden, durch welche sie flieſst, verbreitet worden, oder wurde sie in das Meer gebracht, in welches der Fluſs sich ergieſst? Dies ist unmöglich: der Genfer-See fängt alle Steine und fast alle Erden auf, die die Rhone aus den Alpen herzuführen kann; sein Wasser flieſst immer rein aus dem See: die Trümmer hätten den Bassin überfüllen müssen; ehe dieses geschiehet, kann

keiner oder fast keiner herauskommen. Eben so kann der Rhein nichts oder fast nichts aus dem Constanzer-See führen; er hat also nicht das aufgeschwemmte Gebirge der Ebenen von Elsaſs und noch weniger das der Ebenen oder Niederungen von Cölln und Holland herbeygeführt und abgesetzt. Eben so kann der Tessin, welcher erst den Lac major durchschneidet und dann aus den Alpen tritt, nicht Trümmer aus selbigen in die Ebenen der Lombardey u. s. w. gebracht haben. Dieser Einwurf, dessen Kraft wir zu bestreiten weit entfernt sind, beweiſst förmlich, daſs die Rhone, der Rhein, der Tessin u. s. w. jetzt keine Producte der Auflösung der Gesteine, welche gegen den Strom sind, jenseits der Seen führen, die sie durchflieſsen. Allein, fand der gegenwärtige Zustand der Dinge zu der Zeit Statt, wo die Thäler anfingen, ausgegraben zu werden, und wo die aufgeschwemmten Gebirge auf den niedrigen Theilen der Erdkugel verbreitet zu werden, anfingen? Ich denke es nicht: die Länder der Ebenen von Elsaſs, von Holland, der Lombardey u. s. w. sind nicht von den jetzigen Flüssen niedergelegt worden: alles zeigt an, daſs solches in einem ruhigen Gewässer geschehen ist; und nur erst von dem Rückzuge des Wassers an, von welchem die gegenwärtige Ordnung sich herschreibt. Diese Zeit ist nicht sehr alt. Vor derselben war die Gestalt des Meeres- oder See-Grundes, das heiſst, des Grundes der groſsen Thäler, vielleicht nicht so, wie jetzt. Obschon fast alle Flüsse, welche in die Lombardey flieſsen, groſse Seen durchschneiden, so dachte doch Saussure, der übrigens Deluc's Einwurf kannte, daſs das ungeheure aufgeschwemmte Lager, welches den Boden dieses Theils von Italien bildet, aus den Alpen

käme und das Product ihrer Zerstörung und Auflösung wäre. Er glaubte auch nicht weniger, daſs die Thatsache von offenbarer Klarheit wäre, daſs die Gebirge, seit ihrem Festwerden, auſserordentliche Beschädigungen erlitten, daſs ihre Schichten zerstückelt worden, und die Aushöhlung der meisten Thäler eine Wirkung des Wegwaschens durch die Regenwasser, Ströme und Flüsse wäre (Sauss. §. 920).

Die Umkehrung der Schichten (redressement des couches) schien ihm die Ursache von dem Daseyn der Thäler und vorzüglich derjenigen zu seyn, welche er *Längen-Thäler* nannte, und deren Richtung, seiner Meinung nach, der Schichtung der die Thäler begränzenden Gebirge parallel wäre. Dergleichen an gewissen Orten unwiderlegbare Umkehrungen können wirklich die mittel- oder unmittelbare Ursache bey der Bildung mehrerer Thäler gewesen seyn.

Wir haben also,

1) Ur-Thäler (§. 84), das heiſst, solche, die eben so alt, als die Oberfläche der Erde sind.

2) Thäler, die zum Theil von Umkehrung der Schichten abhängen.

3) Thäler, welche durch einige Klüfte oder einige nach dem Festseyn des Gebirges sich ereignete Vorfälle verursacht worden; endlich

4) durch die Wirkung des Wassers und der Atmosphäre entstandene Thäler.

Wenn auch letztere nicht die beträchtlichsten sind, so sind sie doch gewiſs die zahlreichsten; und die Ursache, welche sie ausgegraben hat, wird auch den andern ihre gegenwärtige Gestalt gegeben haben; sie wird auch die meisten ihrer Thäler der zweyten Classe (den Nebenthälern) ihrer Schluchten und Verzweigungen, erzeugt haben.

Das Umkehren der Schichten ist auch eine Ursache der Unebenheiten der Erd-Oberfläche; allein, auſser dem, daſs die Thatsache fast ersten Ursprunges ist, daſs sie unmittelbar nach der Bildung der Schichten Statt

gefunden hat, und in keiner Art mehr fortdauert, haben mir die Betrachtungen kein Verhältnifs zwischen der Gröfse oder der Anordnung dieser Unebenheiten und der gegenwärtigen Lage der Schichten, erkennen lassen: der Mont-Rose, welcher, den Mont-Blanc ausgenommen, die sämmtlichen Alpen beherrscht, ist fast horizontal geschichtet, und der Fuſs der westlichen Pyrenäen bestehet aus fast senkrechten Schichten: sonst wird man eine umgekehrte Anordnung antreffen. In dem folgenden Capitel wollen wir von der Umkehrung und Neigung der Schichten handeln.

Dritte Abtheilung. Wirkungen, die den Vulcanen und Erdbeben zugeschrieben sind.

Wirkungen der Vulcane.

§. 93. Aschen- und Sand-Wolken, eine grofse Menge Schlacken, gehen aus der Mündung der Vulcane und legen sich auf den benachbarten Gegenden nieder, wo sie Tuff-Lager bilden. Dieselben Mündungen werfen Lava-Ströme aus, welche, indem sie sich auf den benachbarten Boden verbreiten, selbigen mit einer festen, mehr oder weniger dicken Schicht bedecken. Endlich bilden jene Ströme und die Producte der Auswürfe, indem sie sich um die Mündungen anhäufen, bisweilen sehr hohe Berge: dies hier ist die gröfste Wirkung der Vulcane auf die Oberfläche der Erde; sie hat den Aetna, den Pic von Teneriffa, den Cotopaxi, den Antisana u. s. w. hervorgebracht, welche an Höhe fast den höchsten Bergen der Erde gleich kommen.

Wir wollen einen Augenblick diese verschiedenen Producte, welche die vulcanischen Gebirge

ausmachen, in dem Verhältnifs der Menge mit den andern Gebirgsarten vergleichen.

Wir bemerken zuerst, dafs sich die Producte und Auswürfe der Vulcane sonst fast nirgends, als auf der Oberfläche der Erde vorfinden, und sie nicht zu dem Bau-Materiale derselben gehören. Selbst dann, wann einige Stein-Schichten des Gebäudes von ähnlicher Beschaffenheit mit den vulcanischen Producten wären, welche Aehnlichkeit noch nicht aufser allen Zweifel ist, würden sie eine von der, der jetzigen Laven verschiedene, Bildungs-Art haben, dafs heifst, sie würden in ihre jetzige Lage nicht dadurch gekommen seyn, dafs sie aus einem Krater hervorgingen und in Gestalt unserer Feuer-Ströme flossen. Mit einem Wort, es scheint, dafs die Bildung der Gesteine und ihrer Schichten vollendet oder fast vollendet war, als unsere Vulcane die Erd-Oberfläche durchbrachen und sich entzündeten. Mehrere derselben sind schon verlöscht und die Zahl der noch brennenden beträgt ohngefähr 200 (§. 54).

So häufig auch ihre pulverartigen Auswürfe sind, in so grofse Entfernungen sie auch geführt werden, so sind doch die lockern Gebirge, die sie bilden, fast noch nichts gegen die andern aufgeschwemmten Gebirge; der Boden von Campania, vielleicht das gröfste Land vulcanischer Tuffe von Europa, ist nichts gegen die grofsen Sand-Ebenen von Holland und Nieder-Deutschland. Worauf beschränken sich also die Wirkungen des Vesuvs? Darauf: einen Kegel von 1200 Metres Höhe errichtet und mit seinen Laven und Schlacken, einen Raum von noch nicht zwanzig Quadrat-Meilen bedeckt zu haben: Europa hat gegen 500000 Quadrat-Meilen, und der Vesuv ist der einzige Vulcan des

festen Europa. Der Raum, den die Vulcane Asiens mit ihren Producten bedecken können, ist unendlich klein gegen die Ausdehnung dieses weiten Continents.

Der Aetna brennt seit undenklicher Zeit, lange vor den geschichtlichen Zeiten: dies ist einer der grofsen vorhandenen Vulcane, und seine Laven haben kaum mehr als hundert Quadrat-Meilen bedeckt: nimmt man ihn also zum Mittel an, so wird man den Ueberschlag nicht verringern, wenn man sagt, dafs die zweyhundert brennenden Vulcane ihre Wirkungen nicht über 20000 Quadrat-Meilen, das heifst, nicht über den zwölften Theil der Erd-Oberfläche, ausgedehnt haben: und über diesen sehr geringen Theil haben sie ein Lager von Lava und Schlacken verbreitet, dessen mittlere Dicke wahrscheinlich nicht hundert Metres beträgt; sie haben auf selbiger zweyhundert vulcanische Kegel erhoben, welche, einen in den andern gerechnet, nicht 2000 Metres Höhe haben. Ich denke nicht, nach den mir bekannten Beobachtungen, dafs man annehmen könne: die verlöschten Vulcane bedeckten jetzt mit ihren Producten einen viel gröfsern Raum; und der ganze, von den Auswürfen der Vulcane jeder Art eingenommene, Raum sey der fünfhundertste Theil der Erd-Oberfläche.

Was sind nun die, sowohl ältern als jüngern, vulcanischen Berge, die wir jetzt sehen, im Verhältnifs zu den andern Gebirgen? Was ist der Vesuv gegen die Apenninen? Was ist der Aetna mit allen seinen Hügeln gegen die Masse der Alpen? Was sind der Mont-Dore und der Cantal gegen die Kette der Pyrenäen? Was sind der Cotopaxi, der Antisana, der Chimborasso, im Vergleich mit der ungeheuren Cordillere, welche sie

trägt? Die Pyrenäen, die Alpen u. s. w. machen einen Theil der mineralischen Rinde der Erdkugel aus; sie sind nur Hervorragungen (excroissances) über diese Rinde; allein der Aetna, der Mont-Dore u. s. w. sind heterogene Körper, welche blos auf ihr stehen.

Es ist schwer zu begreifen, wie nach so merkbaren Verschiedenheiten einige Naturforscher, welche die Aehnlichkeit anführten, glauben wollten, daſs die Gebirge im Allgemeinen durch die Vulcane und innern Kräfte hervorgebracht worden wären. Sie haben zur Unterstützung ihrer Meinung alles angeführt, was die Geschichte uns über die durch jene Kräfte hervorgegangenen Berge und Inseln berichtet [1]). Allein, weil sie durch das Auswerfen einer groſsen Menge von Lava, Schlakken, und Aschen-Trümmern, durch den Umsturz und die Anhäufung derselben einen Haufen von unzusammenhängenden Materien, einen Aschen-Berg (monte di cinere), welcher noch nicht 150 Metres hoch ist; weil sie in Mexico auf dieselbe Art einen Haufen halbgeschmolzener, durch einen Salz-Tuff zusammengehaltener Steine, gebildet haben, folgt daraus, daſs sie den Hügel des Montmartre, der aus horizontalen und sehr regelmäſsigen Schichten von Gyps, Mergel, Thon u. s. w. bestehet, erhoben haben? folgt daraus, daſs sie auch die Pyrenäen-Kette, eine Art von Damm erhoben haben, der gegen hundert Meilen lang, mehr als zweytausend Metres hoch ist, aus Schichten von Granit, Marmor, Schiefer u. s. w. besteht, welche sich in groſse Entfernungen in einerley Richtung

1) Man sehe die 7te Anmerkung.

mit beybehaltener gleicher Dicke fortziehen, und mit Erzgängen durchschnitten werden? Weil die untermeerischen Vulcane, durch Anhäufung der Producte ihrer Auswürfe, ihre Gipfel über das Meer erhoben und also kleine, aus Bimssteinen und verbrannten Gestein zusammengesetzte Inseln gebildet haben, folgt daraus, dafs sie England erhoben haben, dessen Boden aus dichten Granit, Kalklagern u. s. w. bestehet, die ein zusammenhängendes Ganze bilden, und unzweydeutige Zeichen ihrer vormaligen Verbindung mit dem Continent an sich tragen? Wenn man analogisch richtig urtheilt, so wird man sagen: die vulcanischen Feuer haben nie dergleichen hervorgebracht, und können so etwas nicht hervorbringen.

Ich werde hier nicht von den Zerrüttungen der mineralischen Schichten der Erde sprechen, die man selbigen, ich weifs nicht, aus welchem Grunde, beylegt; ich beschränke mich blos, zu bemerken, dafs das Grundgebirge der Apenninen sich mit dem des Vesuvs vereinigt, und dafs, nach dem Berichte der Beobachter, man im Vereinigungs-Puncte „keine Unordnung, keinen Umsturz der Schich„ten, und nicht mehr Unregelmäfsigkeiten, als in „den andern von den Vulcanen sehr entfernten „Kalk-Bergen bemerkt.

Wiederholen wir nun kürzlich, was in diesem Werke über die jetzigen Vulcane gesagt worden, so bemerken wir, dafs ihre Wirkung bey der Beschaffenheit der Erdkugel sich darauf beschränkt: in einigen Gegenden grofse Haufen von Schlacken, Laven- und Stein-Trümmern in Gestalt von Ke-

gel-Bergen zu erheben; die Umgegenden bis zu 10 bis 20 Meilen Entfernung mit Strömen von geschmolzenen Materien zu bedecken, ein wenig weiter, schwache Sand- und Aschen-Lager zu führen, und endlich einigen Klippen oder kleinen Inseln von gleicher Beschaffenkeit mit den vulcanischen Bergen ihre Entstehung zu geben, und wir ziehen mit einem der grofsen Beobachter der Vulcane, der übrigens geneigt ist, ihre Herrschaft auszubreiten, den Schlufs, dafs sie bisweilen zur Veränderung des Zustandes eines Theils der Erd-Oberfläche beytragen konnten, allein dafs sie keinen allgemeinen Einflufs auf den gegenwärtigen Zustand der Erdkugel ausgeübt haben [1]).

Wirkungen der Erdbeben.

§. 94. Die gewöhnlichsten und am meisten bestätigten Wirkungen der Erdbeben sind Klüfte, welche in den Gebirgs-Lagern entstehen, wenn selbige heftige Stöfse erleiden: wir haben davon Beyspiele (§. 74) angeführt.

Allein die beträchtlichste dieser Wirkungen bestehet in dem Erniedrigen der mehr oder weniger beträchtlichen Theile des Bodens. Wir haben verschiedene Arten dergleichen, und zuerst die in den vulcanischen Landen Statt findenden zu unterscheiden; sie sind eben so häufig als unbestreitbar. Die ungeheure Menge der von den Vulcanen ausgeworfenen Materien mufs nothwendig im Innern der Erde leere Räume lassen, die ihrem Umfange angemes-

1) Breislak, Institutions géologiques, §§. 610 et 619. Dieser Schlufs würde immer derselbe seyn, wenn man die Porphyre als Grundgebirge des Trachyts in den vulcanischen Gebirgen annähme.

sen sind. Die ganze Masse des Aetna, von seinen Laven und Auswürfen, ist aus unterirdischen Gegenden, unter und neben dem Aetna, hervorgegangen: sie muſs da eine ungeheure Leere gelassen haben und der Berg schwebt gleichsam wie über einem Abgrunde; derselbe Fall wird auch mit dem Boden einer groſsen Anzahl vulcanischer Gegenden, zum Beyspiel, des Bodens von Quito seyn, wo Hr. von Humboldt bisweilen verleitet wurde, nur einen einzigen ungeheuren Vulcan zu sehen, wovon der Cotopaxi, der Pichincha u. s. w. die verschiedenen Mündungen wären. Wenn die Stöſse beym Erdbeben stark genug sind, um die, entweder ältesten, oder durch den Zusammenfluſs der Laven gebildeten Gewölbe zu zerreiſsen, oder die noch bestehenden Pfeiler zu brechen, so fallen diese Berge und Gebirgs-Massen in die Schlünde zurück, aus denen sie hervorgegangen waren. So wurde bey dem Erdbeben zu Jamaica im Jahre 1692 der höchste Berg der Insel verschlungen, und durch einen See ersetzt [1]); so versank durch ein Erdbeben in Island ein beträchtlich hoher Berg in einer Nacht, und ein sehr tiefer See nahm seine Stelle ein [2]): so ging den 11. August 1772 der gröſste, mehr als drey Meilen (nach andern Autoren, 40 Meilen) im Umkreise haltende Vulcan in Java, nach einer kurzen und heftigen Eruption, unter und zog vierzig Dörfer und zweytausend Einwohner mit sich hinab [3]); so verschwand im Jahre 1638 der Vulcan des Pic auf den molukkischen Inseln, den man 30

1) Bertrand, sur les tremblements de terre.

2) Buffon, Suppl. in 4to tom. Ier pag. 387.

3) Ibidem. p. 389.

Meilen weit im Meere sahe, und welcher als Leuchtthurm diente, gänzlich mitten unter einer heftigen Eruption; an seiner Stelle ist jetzt ein See [1]): ein ähnliches im Jahre 1586 erfolgtes Einsinken kostete 10000 Seelen das Leben [2]). Wir verdanken dem Hrn. von Humboldt die Kenntnifs verschiedener Thatsachen von derselben Art, in Bezug auf die vulcanischen Gebirge in America: wir haben (§. 67) den Carguairazo im Jahre 1698 einstürzen und die benachbarten Gegenden mit Schlamm überschwemmen sehen: eine alte Sage will, dafs der Vulcan des Altar de los Collanes in Peru, dessen Höhe, wie man sagt, die Höhe des Chimborasso übertraf, nach achtjährigen beständigen Eruptionen einsank; und seine Pics stellen jetzt nichts weiter, als Spuren der Zerstörung dar. In den von den verlöschten Vulcanen eingenommenen Gebirgen sieht man Spuren von Senkungen, und besonders Seen, von denen man vermuthet, dafs sie an der ehemaligen Stelle der Krater oder der vulcanischen Berge sind: so ist, zum Beyspiel, der Lachersee, bey der Abtei dieses Namens, einige Meilen von Andernach: so ist auch der kleine vollkommen zirkelrunde Paven-See in Auvergne.

Aufser den vulcanischen Gebirgen haben wir verschiedene Arten von Gebirgen, vorzüglich Gyps und Kalk-Gebirge, welche grofse Höhlungen enthalten; und es ist sehr natürlich, zu glauben, dafs die Stöfse bey den Erdbeben, wenn sie stark sind, den Bruch und Einsturz der darüber befindlichen Massen verursachen können.

1) Ordinaire Histoire naturelle des volcans, ch. 22.

2) Ebel. Ueber den Bau der Erde, 2r Band S. 282.

Unabhängig von den Senkungen, die von den bekannten oder allen Anzeichen nach, in der mineralischen Rinde der Erde bestehenden, Höhlen herrühren, so nehmen einige systematische Schriftsteller noch viel gröſsere Senkungen an, die von ungeheuren im Innern der Erde befindlichen Höhlen entstanden wären, und denen man die meisten Unebenheiten der Erde und die Bildung der Thäler zuschreibt (§. 91). Allein solche Senkungen, so wie die Höhlen, welche sie verursacht haben, sind uns unbekannt; sie sind mit keiner der Thatsachen, die wir durch Beobachtung erkannt haben, übereinstimmend; sie gehören, ich kann sagen, in die fabelhaften Zeiten der Geologie, in diejenigen, welche dem Zustande der Dinge, zu welchem die Beobachtung und ihre Folgerungen uns zurück führen kann, vorangegangen sind.

Indem ich die eben angezeigten groſsen Senkungen jenseits dieses Zustandes der Dinge setze, will ich nicht daraus schlieſsen, daſs keine Statt gehabt hätten; und, obschon die Form und Einrichtung des gröſsern Theils der Thäler nicht erlauben, ihnen den Ursprung dieser groſsen Rinnen zuzuschreiben, so bin ich doch, wenn ich die Anordnung und das Ansehen der Gebirge betrachte, welche gewisse Seen oder Mittel-Meere (§. 22), umgeben, bisweilen geneigt, zu glauben, daſs mehrere dieser Thäler ihren Ursprung von solchen Einsenkungen haben; und wenn Plato's Erzählung über die *Atlantide* nicht ganz das Gepräge einer bloſsen Dichtung trüge, so könnte man selbige als die ansehnlichste aller derjenigen anführen, welche unsere Bücher erwähnen. „An den Ufern des atlantischen Meeres, sagt der griechische Philosoph, der Meerenge der Hercules-Säulen gegenüber, gab es eine Insel, gröſser als Lybien und Asien (das Asien der Alten) zusammen; es entstunden Erdbeben und Ueberschwemmungen, und in Zeit von einem Tage und einer Nacht verschwand sie in das Meer.“

Was die, durch die innern Kräfte der Erde erzeugten Erhebungen betrifft: so ist mir kein dergleichen Beyspiel bekannt: nichts verleitet, sie an-

zunehmen; ich könnte sie sogar nicht begreifen; und doch schreibt man ihnen bisweilen die gröfsten Wirkungen, wie die Formation der Gebirge und das Umkehren (redressement) der Lager zu: ich habe im vorhergehenden Paragraph gesagt, wie wenig sicher man in Bezug auf die erste dieser beyden Wirkungen wäre; von der zweyten werde ich in der Folge reden. Ich bemerke hier, dafs, indem ich sage, dafs ich kein Beyspiel von Erhebungen kenne, ich nicht von jenen kleinen einzelnen Erhebungen spreche, welche Statt gefunden haben, wenn die unterirdischen Feuer sich durch die mineralische Rinde der Erdkugel Luft machten, sie brachen und spalteten; dann können die Trümmer derselben versetzt und zum Theil in die Höhe gehoben werden: in diesem Sinne nehme ich auch die Erzählung, die Hr. von Humboldt uns von der Erhebung gemacht hat, die bey der Bildung des Vulcans Jorullo (§. 75)[1]) Statt fand; vielleicht hat

1) Ich zeichne hier diese Erzählung auf: „Ein Gebirge von drey bis vier Quadrat-Meilen, das man mit dem Namen Malpays bezeichnet, erhob sich in Form einer Blase. Man unterscheidet noch jetzt an den zerbrochenen Schichten die Gränzen dieser Erhebung: das Malpays hat gegen seine Ränder hin nur 12 Metres Höhe über dem alten Niveau der Ebene, las playas de Jorullo genannt; allein die Erhabenheit des Gebirges nimmt wachsend gegen den Mittelpunct bis zu 160 Metres Höhe zu.“ (Essai politique sur la Nouvelle-Espagne, liv. III. chap. 8) Ich will denjenigen, welche hier die Erhebung eines Gebirges in ihrem Ganzen sehen möchten, um daraus geologische Folgerungen in Bezug auf andere Gebirge zu ziehen, bemerken, dafs nur von einer vulcanischen Erscheinung die Rede ist, und Hr. von Humboldt hauptsächlich von zerbrochenen Schichten spricht. Er sagt nicht, dafs er sich durch ein Nivelle-

auch eine dergleichen bey der Bildung des Monte-Nuovo Statt gehabt.

Im Allgemeinen siehet man die durch die Erdbeben auf der Oberfläche der Erdkugel hervorgebracht werdenden Veränderungen viel gröſser an, als sie wirklich sind. Das Erdbeben von Lissabon ist eins der stärksten, dessen Andenken die Geschichte aufbewahrt; und die drey Theile der Kirchen dieser Stadt widerstanden seinen Stöſsen, und stehen noch. Werden die Architecten und Physiker glauben, daſs die Neigung, und zwar, eine durch die Wirkung eines heftigen Stoſses entstandene Neigung, wirklich sehr stark gewesen sey, da sie nicht den Schwerpunct einer hohen Mauer über die senkrechte Richtung der Grundlagen hinaus geführt und nicht den Umsturz verursacht hat?

Man erwähnt oft, zum Beweis der Zerstörungen, welche die Erdbeben verursachen können, die Zerstörungen, welche Calabrien im Jahre 1783 erlitt. Wir wollen die Wirkungen untersuchen, welche wirklich durch die Stöſse hervorgebracht wurden, welche Dolomieu unter die stärksten zählt,

ment oder auf jede andere Art versichert habe, daſs der ältere Boden selbst die convexe Gestalt angenommen hätte; denn es könnte wohl möglich seyn, daſs diese Form nur von dem Product der Auswürfe herrührte; welches natürlich dicker seyn muſs, je mehr man sich der vulcanischen Mündung nähert. Wenn eine gänzliche und offenbare Erhebung erfolgt wäre, so ist wahrscheinlich, daſs Hr. d'Elhuyard, ein ausgezeichneter Mineralog, welcher zu Mexico wohnt, und den Jorullo dreyſsig Jahr nach seiner Bildung besucht hat, etwas in seiner dieserhalb im Jahre 1789 bekannt gemachten Nachricht gesagt haben würde. (Bergbaukunde, 2. Band, p. 443).

welche die Erdbeben hervorzubringen vermögend wären.

Wir werden uns nach der Erzählung richten, welche dieser Geologe, der fast Augenzeuge war, von dieser unglücklichen Begebenheit geliefert hat [1]). Das jenseitige Calabrien ist in zwey Theile getheilt; der eine ist eine sich, seitwärts Sicilien, am Meere hinziehende Ebene, welche ohngefähr 15 Meilen Länge und 7 Meilen Breite hat: es ist ein aus Sand, Gerölle, Thon und Ueberresten von Muscheln bestehendes Lager, ohne Verbindung und Festigkeit, welches aber dick ist; auf diesem lockern Grunde liegt eine Schicht thoniger Damm-Erde, von ohngefähr drey Fuſs Dicke, welche sehr fest, sehr zähe und übrigens durch die Wurzeln der Bäume, welche sie trägt, gebunden ist; die Gewässer haben in selbiger eine groſse Anzahl Schluchten ausgefurcht, welche oft bis 200 Metres Tiefe haben und deren Wände steil und fast senkrecht sind: der andere, die Ebene umgebende, Theil ist bergigt und granitisch. Beym ersten Stoſse wurde die ganze Ebene, in weniger als drey Minuten, zerstört; fast alle darauf liegende Städte und Dörfer wurden von Grund aus verwüstet und mehr als zwanzigtausend Individuen unter den Trümmern begraben: seine Wirkung war die Anhäufung des Sandes; er floſs, wie die Laven, sagt Dolomieu; er verbreitete sich in die Thäler, er füllte sie aus; er böschte sich überall, wo Abhänge waren, ab: die Schicht Damm-Erde, welche, hauptsächlich in der Nähe der Abhänge, ohne Steine war und dazu gehörte, senkte sich, stürzte um, gleitete bis

1) Mémoire sur le tremblement de terre de la Calabre.

auf beträchtliche Entfernungen hinab, und erzeugte alle die vom Hrn. Fleuriau de Bellevue [1]) beschriebenen sonderbaren und traurigen Wirkungen. „Während die Ebene einer gänzlichen Zerstörung „geopfert wurde, fügt Dolomieu hinzu, entgingen „die umliegenden, auf Höhen erbauten und auf fe- „stem Grunde errichteten, Orte einer solchen Zer- „störung und litten wenig. Die Explosion am „28sten März war die stärkste, sie erhob und er- „schütterte sogar die Haupt-Masse der Gebirge; „jedoch stehen dort die Gebäude und sogar die „verfallenen Gemäuer meistens noch. Der Unter- „schied der Wirkungen kann keine andere Ursache, „als die Beschaffenheit des Gebirges haben. In der „Ebene ist der Boden ausgewichen: in den Gebir- „gen hingegen war sie weniger zerstörend, ob- „schon die Bewegungen der Oberflächen beträcht- „lich war: nach jeder Schwingung nahm der Bo- „den seine Lage wieder ein, und die Gebäude be- „hielten ihre senkrechte Stellung.“ Endlich sage ich, daſs, wenn auch dieses Erdbeben an den Gebäuden, die der Mensch auf dem Sande erbauet hatte, keinen Stein auf dem andern gelassen hat, so hat es doch keinen einzigen Stein an dem Gebäude der Natur, an den Gebirgs-Lagern, verrückt, wenigstens erwähnt man kein dergleichen Beyspiel.

Mag auch der Geschichtschreiber, als Zeuge einer jener schrecklichen Catastrophen, noch ganz von der Gefahr erschüttert, welcher er entgangen ist, und harte Verluste beweinend, seine Gemälde dunkel halten und überladen; mag er die ganze Natur in einer gänzlichen Zerrüttung sehen und

1) Journal de Physique, Tom. 62.

darstellen; dies hat man zu erwarten: aber wenn der Geolog, ohne jene Ausdrücke buchstäblich zu nehmen, nur Thatsachen sammlet, die ihm berichtet und bewiesen worden, so wird er an den Erdbeben bloſse Erschütterungen, bloſse Schwankungen des Bodens sehen; die mineralischen (Gebirgs-) Massen werden sich ihm in derselben Ordnung darstellen: einige Klüfte, einige Senkungen, werden die einzigen daraus hervorgehenden geologischen Wirkungen seyn.

Beschluſs dieses Capitels.

§. 95. Dies sind die Wirkungen der Kräfte, welche sich vereinigten, das Ansehen, welches die Erd-Oberfläche beym Hervortritt aus den Meeren, in welchen die letzten Schichten gebildet wurden, zu modificiren und zu verändern. Von diesen Kräften sind einige local, so wie die unterirdischen Feuer; die andern, wie zum Beyspiel, die atmosphärischen Elemente und die Gewässer, wirken ununterbrochen auf jeden Punct dieser Oberfläche. Aus diesem Unterschiede muſs ein viel gröſserer in ihren Wirkungen hervorgehen: die erstern sind durch die heftige und reiſsende Art, mit welcher sie sich entwickeln, freilich schrecklich für den Menschen; allein ihre Wirkung auf die mineralische Rinde der Erdkugel ist nur theilweise, und am öftersten ist es nur eine vorübergehende Crisis von keiner Folge: die andern, scheinbar schwachen, wirken nur langsam und nach und nach; allein durch die Allgemeinheit und Fortdauer ihrer Wirksamkeit bringen sie Haupt-Wirkungen hervor, welche sich überall wiederholen und mit der Zeit unermeſslich werden: es ist ein Uebel, welches beständig den Körper, den es angreift, durchwühlt

und zernagt, und endlich die Zerstörung unfehlbar nach sich ziehet.

Dies sind jene letzten Kräfte, welche, beständig mit der Erd-Oberfläche handgemein, die hohen Theile derselben erniedrigen, die niedrigen Theile ausfüllen, und also streben: sie auf ein Niveau zu bringen; sie sind es, welche, die Gebirgs-Massen und Lager zerstückelnd, die Unebenheiten vermehren und bilden, die sie sodann endlich zerstören; sie sind es, welche bey Aushöhlung der Thäler, Schluchten und Hohlwege, die Berge gewissermaafsen geformt und ihnen die jetzigen Gestalten gegeben haben. Und wenn die Bewegungen des Fluidums es sind, in welchem sich die Erd-Oberfläche gebildet hat, oder noch allgemeiner, wenn die Umstände der Ur-Formation die grofsen Züge der Unebenheiten der Erd-Oberfläche entworfen haben, so hat nachher die beständige Wirksamkeit der atmosphärischen Kräfte fast alle Einzelheiten gezeichnet.

Fünftes Capitel.

Von der Structur und Auflagerung der Gebirgs-Massen [1]).

Nachdem wir das Aeufsere der Erdkugel beobachtet haben, wollen wir unsere Aufmerksamkeit

1) Die Structur und Auflagerung der Gesteine, Schichten und Gebirge, ist vielleicht der wichtigste Gegenstand der Geognosie; Werner hat ihn auf eine eben so neue als vollkommene Art abgehandelt, und ich werde haupt-

auf das Innere richten und dasjenige darstellen, was Beobachtung uns in Beziehung auf die gegenseitige Einrichtung der Gebirgs-Massen, welche sie enthält, gelehrt hat.

Verschiedene Arten von Structuren.

§. 96. Wir wollen uns im Geiste in die ersten Zeiten der Bildung des uns bekannten Theiles der Erdkugel, das heifst, der dünnen Rinde, welche unsern Planeten bedeckt, und deren Structur wir hier zu entwickeln haben, zurückführen. Zu dieser Zeit war der schon vorhandene Theil der Erde gleichsam ein Kern, welcher mit mineralischen Grundstoffen, woraus die jetzige Rinde zusammengesetzt ist, umgeben war: wir können uns diese Grundstoffe gleichsam schwebend in einer ausgebreiteten Auflösung, von welcher Beschaffenheit selbige auch seyn mochte, vorstellen. Indem sie den Gesetzen der Verwandtschaft der Zusammensetzung folgten, vereinigten sie sich, gruppirten sich unter einander, und brachten also die integrirenden Theilchen der verschiedenen Mineralien hervor.

Daher rührt eine erste Classe von Structur: dies ist die *chemische Structur*. Da uns unbekannte Ursachen den Niederschlag dieser Theilchen veranlafsten, so haben sie sich nach und nach niedergelegt, indem sie sich nach den Gesetzen der Verwandtschaft der Vereinigung folgten; und so haben sie unsere Mineralien gebildet. Von dieser zweyten Art, welche die *oryctognostische* oder ei-

sächlich seine Lehre in diesem Capitel darstellen, dabey aber immer der mir am schicklichsten scheinenden Art folgen.

gentlich mineralogische *Structur* ist, leiten sich die verschiedenen Eigenheiten her, welche die Mineralien uns in ihrer Textur und Bruche darstellen.

Endlich haben die Mineralien durch ihre Gefüge (Zusammenfügung) Massen oder *Gesteine*, *Schichten* und *Gebirge* (Formationen) gebildet, deren Ganzes die feste Rinde der Erdkugel ausmacht. Die Einrichtung der Mineralien in den Massen, die der Massen in den Schichten, die der Schichten in den Gebirgen, oder vielmehr in den *Formationen*, von welchen die Schichten eine Unterabtheilung sind, und endlich die Lage der Formationen unter sich, machen die *geognostische Structur* aus. Die einzelnen Bestimmungen sollen der Gegenstand dieses Capitels seyn.

Erklärungen.

§. 97. Ehe wir dazu verschreiten, wollen wir auf eine bestimmte Art, mit Hülfe von Erklärungen, den Sinn einiger Bemerkungen, welche wir in diesem Werke häufig brauchen werden, festsetzen.

Mineral.

Wir werden uns zuerst erinnern, daſs man unter *Mineral einen natürlichen, unorganischen, festen und gleichartigen*, das heiſst, von integrirenden Theilchen derselben Gattung zusammengesetzten *Körper* versteht. Wir betrachten ihn als gleichartig, unabhängig von dem, was er wirklich seyn kann, da wir mit Hülfe unserer Sinne in ihm keine Theilchen von verschiedener Art mehr unterscheiden können.

Gestein.

Durch das Wort *Gestein bezeichnen wir jede mineralische* (Gebirgs-) *Masse von einem so groſsen Umfange*, daſs sie als ein wesentlicher Theil an dem Erd-Gebäude angesehen werden kann, sie mag nun entweder nur ein einziges Mineral, wie den Kalkstein, oder verschiedene, wie den Granit darstellen. Man könnte vielleicht sagen, daſs eine Masse wesentlich an dem Gebäude der Erdkugel ist, wenn seine Hinwegnahme den Einsturz derjenigen Massen nach sich zöge, welche drüber sind oder seyn könnten.

Schicht.

Eine Schicht ist eine mineralische Masse, in Länge und Breite ausgedehnt, jedoch von einer geringen Dicke, in Bezug auf die andern Ausdehnungen, und welche, in dieser flachen Gestalt, eine der Schichten eines Berges und im Allgemeinen eines Theils der Erdkugel ausmacht, was sie auch übrigens für eine Neigung gegen den Horizont haben mag.

Formation.

Eine Formation ist eine Vereinigung von Schichten oder mineralischen Massen, die unter sich so verbunden sind, daſs sie nur ein Ganzes oder ein System ohne merkliche Unterbrechung, sowohl in der Beschaffenheit, als der Entstehungs-Epoche, ausmachen.

Gebirge.

Ein Gebirge begreift alle Formationen einerley Gesteins, oder vielmehr alle Formationen, in wel-

chen einerley Gestein vorherrscht, und welche in derselben groſsen Epoche oder Classe mineralischer Erzeugungen Statt gefunden haben: so begreiſt das *Granit*-Gebirge alle Granit-Formationen; und das *Urkalk*-Gebirge alle Kalk-Formationen, vor dem Daseyn organischer Wesen.

Verschiedene Classen von geognostischer Structur.

§. 98. Wenn wir die verschiedenen Gesteine untersuchen, so sehen wir darunter wenig gleichartige, das heiſst, im Ganzen aus einerley Mineral gebildet: die meisten sind von verschiedenen Mineralien zusammengesetzt und verschiedentlich gegen einander geordnet. Aus diesem Unterschiede in der Ordnung der zusammensetzenden Mineralien entsteht der erste Grad geognostischer Structur, den Werner *Structur* des Gebirgs-Gesteins nennt, und den wir blos mit *Structur des Gesteins* bezeichnen.

Eine Gebirgs-Masse, oder eine Schicht, zeigt sich unsern Augen bald als ein zusammenhängendes Ganze, bald in Schichten abgesondert, bald in Säulen (prismes), Platten (plaques) oder in Kugeln (boules) gehüllt. Daher die *Structur der Gebirgs-Massen*.

Die Gebirge, oder ihre verschiedenen Formationen, sind bisweilen wesentlich von anders beschaffenen Schichten zusammengesetzt; so ist das Steinkohlen-Gebirge, oder vielmehr die groſse Steinkohlen-Formation eine Vereinigung von Sandstein-Schieferthon- und Kohlen-Schichten, welche mit einander abwechseln. Andere Gebirge, in welchen man die Schichten einerley Gesteines vorherrschen siehet, enthalten gewöhnlich Schichten

von verschiedener Beschaffenheit. Daher die verschiedenen *Structuren der Gebirge* oder *der Formationen.*

Endlich machen die verschiedenen Formationen durch ihre Lagerung und Vereinigung den unsern Beobachtungen zugänglichen Theil der Erdkugel aus. Die Ordnung und Umstände dieser Lagerung erklären, heifst, die *Structur der Erde* bekannt machen.

Die Structur der ersten Classe, nämlich der Gesteine, kann nach Stücken einer Sammlung (Stufen), die der zweyten durch die Ansicht der Schichten und Massen bestimmt werden; die der dritten macht zu ihrer Bestimmung die Untersuchung verschiedener Theile und des Ganzen der Formation, die man betrachtet, nöthig; endlich erfordert die vierte die vollständige Kenntnifs der ganzen Gegend, die man beschreibt; und um vollständig zu seyn, wird sie die Kenntnifs der verschiedenen Theile der Erdrinde erfordern.

Die auf diese vier Structur-Classen Bezug habenden Betrachtungen werden den Stoff zu den vier Abtheilungen dieses Capitels verschaffen.

Erste Abtheilung. Structur der Gesteine.

Verschiedene Structur-Arten in den Gesteinen.

§. 99. Ich mache die verschiedenen Structur-Arten der Gesteine sowohl, als ihre Verhältnisse und Umstände, nach Werner, durch folgende Uebersicht bekannt [1]).

1) Hr. Brogniart hat eine neue Eintheilung der Structur der Gesteine, in seinem Essai d'une classification mine-

I. *Structur* *einfach*;
II. zusammengesetzt,
A. mit Gemengtheilen, die durch ein Bindemittel einer spätern Formation verbunden sind.
trümmerartig;
B. mit in einander gefügten Theilen
1) regelmäſsig,
a) durch einfache Zusammenfügung
α) mit unmittelbar in einander gefügten Theilen,
körnig (granitisch);
schiefrig;
β) Gemenge mit fremdartigen Theilen,
aa) gleichzeitiges Gemenge,
porphyrartig;
bb) mit früher entstandenen Gemengtheilen
mandelsteinartig;
b) durch doppelte Zusammenfügung.
körnig und schiefrig,
körnig und porphyrartig,
schiefrig und porphyrartig,
porphyrartig und mandelsteinartig,
2) unregelmäſsig,

Demnach sind nun die verschiedenen Arten von Structuren der Gesteine, unabhängig von *einfachen*, *doppelten* und *unregelmäſsigen*, folgende: die *trümmerartige*, *körnige*, zusammengesetzte *schief-*

ralogique des roches aufgestellt, womit er zugleich eine neue Nomenclatur liefert. Dies ist die vollständigste Arbeit, welche über diesen Gegenstand gemacht worden. Wir werden solche dann benutzen, wann es nöthig seyn wird, einige Veränderung in der *wernerischen* Nomenclatur und Eintheilung vorzunehmen, welchen wir übrigens fernerhin folgen werden, weil sie uns bey dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft ziemlich hinreichend zu seyn scheinen.

rige, *porphyrartige* und *mandelsteinartige*. Die nähern Beschreibungen und Beyspiele, welche wir nun geben wollen, werden erläutern, was obige Uebersicht nur anzeigen konnte.

Einfache Structur.

§. 100. Da die Gesteine von *einfacher Structur* nur aus einem einzigen Mineral bestehen, wie solche, im Allgemeinen, die Kalksteine, Gypse, Steinkohlen, Thonschiefer, Quarze u. s. w. sind, so haben sie eigentlich keine geognostische Structur: die gegenseitige Einrichtung ihrer Theile, welche ihre Textur ausmacht, gehört in die Oryctognosie; jedoch kann der Geognost sie in dieser Beziehung auch in *dichte*, *körnige* und *schiefrige* unterscheiden.

Trümmerartige Structur.

§. 101. In den Gesteinen von *trümmerartiger Structur*, oder von, durch ein dazwischen *gekommenes Bindemittel*, *verbundenen Körnern*, rühren letztere von der Zerstörung der *frühern* Gesteine her, welche durch eine mechanische Ursache an die Orte geführt oder geschwemmt worden, wo man sie jetzt siehet, sodann sind sie durch ein Bindemittel verbunden worden, welches gewöhnlich von anderer Beschaffenheit und also von einer *spätern* Formation, als die der Körner oder Trümmer ist. Die Gesteine, welche diese Structur darstellen, sind die Sandsteine, Breccien und Puddingsteine. In den Sandsteinen sind die Körner sehr klein; sehr selten erreichen sie die Gröfse einer Erbse, und oft sind sie von einer solchen Kleinheit, dafs wir Mühe haben, sie mit blofsem Auge zu erkennen und zu unterscheiden; bald sind sie

rund, bald vielwinkelich. Das Bindemittel, welches sie verbindet, ist gewöhnlich geringer, als sie. Wenn die Körner an Grösse zunehmen und, zum Beyspiel, die Grösse einer Nuss überschreiten, so wird der Sandstein eine Breccie oder ein Puddingstein; eine Breccie, wenn die verbundenen Körner oder Massen vielwinkliche Trümmer mit scharfen Kanten sind; ein Puddingstein, wenn die Körner oder Massen rund sind. Wir werden die Geschichte jedes dieser Gesteine im zweyten Theile dieses Werkes liefern.

In den von *in einander gefügten Theilen* zusammengesetzten Gesteinen sind alle Theile, nämlich die verschiedenen Mineralien, welche die Gesteine zusammensetzen, an demselben Orte gebildet worden, wo man sie findet, und hierin eben sind diese Gesteine von obbesagten verschieden.

Körnige (granitische) Structur.

§. 102. Unter den zusammengefügten Gesteinen giebt es einige, welche durch unmittelbare Zusammenfügung verschiedener Mineralien, welche innig in einander greifen, und gewissermaassen zu einer Zeit gewachsen sind, gebildet worden: sie halten an einander, entweder durch die Wirkung der Cohäsions-Neigung oder das Ineinandergreifen ihrer Theile. Sie haben gewöhnlich die Gestalt von Körnern, oder Körpern von geringer Grösse, und können als unvollkommene Crystalle angesehen werden, die von dem vieleckigen Umfange entblösst sind, den sie angenommen haben würden, wenn sie bey ihrem Wachsen oder ihrer Bildung einander nicht gehindert hätten. Die Gesteine dieser Classe sind von *körniger Structur*: so sind die eigentlichen Granite, welche aus Feldspath und

Quarzkörnern mit Glimmerschüppchen zusammengesetzt sind, der aus Feldspath und Hornblende gebildete Grünstein u. s. w.

Schiefrige Structur.

§. 103. Die *schiefrige Structur* der Gesteine, die von verschiedenen Mineralien zusammengesetzt sind, weicht von der körnigen Structur nur darinne ab: dafs die nach der einen Richtung, mehr als nach der andern, ausgebreiteten Mineralien dergestalt geordnet sind, dafs sie deutliche Blätter (Flasern) bilden: man hat davon ein Beyspiel an dem Glimmerschiefer, welcher in kleinen Quarz-Platten und kleinen Glimmerblättchen die über einander gelegt sind, besteht. Letzteres Mineral scheint hier so, wie in vielen andern Gesteinen, die Ursache der schiefrigen Structur zu seyn: seine Schüppchen bilden durch ihre Vereinigung Blätter, welche, da sie zwischen den andern Mineralien liegen, dem Ganzen eine blätterige Textur geben.

Die Gesteine von *einem Gemenge mit fremdartigen Theilen* enthalten in der Hauptmasse einzelne Mineralien von geringer Gröfse, welche in selbige eingestreuet und gleichsam eingeknetet sind: je nachdem sie von *gleichzeitiger* Bildung mit der Masse, oder von einer spätern Formation sind, sind die Gesteine von *porphyrartiger* oder *mandelsteinartiger Structur.*

Porphyrartige Structur.

§. 104. In den erstern sind die in die Masse eingestreueten Mineralien bald vollkommene, bald mehr oder weniger unvollkommene Crystalle, das heifst, mehr oder weniger an ihren vieleckigen

Umfange bestoſsen; um diesen anzunehmen, hat ihnen blos der Raum, oder die nöthige Leichtigkeit gefehlt. Sie sind zu einer Zeit mit dem Gemenge gebildet worden, das heiſst, ehe selbiges fest wurde; und sie haben ihr Daseyn von Annäherungen gleichartiger Theilchen, die in der Masse geschahen, während sie noch weich oder flüssig war.

Eine Erfahrung von Pelletier giebt uns einen genauen Begriff von der Art, wie solche Formationen entstehen können. Dieser Chemiker nahm Thonerde, rührte solche in eine Alaun-Auflösung ein und machte daraus eine Brühe, die er an einen ruhigen Ort setzte; nach einiger Zeit fand er Alaun-Crystalle von einer ziemlich beträchtlichen Gröſse: die Verwandschaft der Alauntheilchen war stark genug gewesen, um sie zu nähren und in Crystalle zu vereinigen, obschon der Widerstand und die Zähheit des Gemenges dieser Vereinigung entgegen strebte.

Nach dieser Bildungs-Weise kann man schon einsehen, daſs meistens die Crystalle der porphyrartigen Gesteine blos eine Vereinigung der in dem Gemenge vorherrschenden Theilchen, das heiſst, mit ihm von gleicher Beschaffenheit seyn werden. Sie werden gewöhnlich der reinste Theil derselben seyn; denn die Theilchen, welche, der Crystallisations-Kraft nachgebend, sich von dem Rest der Masse getrennt haben werden, werden die Unreinheiten, womit sie beschmutzt waren, verlassen haben.

Oft sind die Crystalle so unvollkommen, daſs sie nur wie bloſse Flecken in den Gemenge erscheinen. Bisweilen hat die Kraft der Verwandtschaft, welche gleichartige Theilchen vereinigt, statt vieleckige Körper zu bilden, blos mehr oder

weniger dicke und mehr oder weniger von dem umgebenden Gemenge getrennte, kugeliche Massen, wie in den *Varioliten*, hervorgebracht. Wir werden Beyspiele von diesen verschiedenen Fällen sehen, wenn wir von den Porphyren und den Laven handeln.

Mandelsteinartige Structur.

§. 105. Die Gesteine von *mandelsteinartiger* Structur stellen nicht mehr, wie die Porphyre oder Variolite, in einer Haupt-Masse, mehr oder weniger vollkommene, zu einer Zeit gebildete Crystalle, sondern nur Kerne, Knoten oder Drusen dar, welche meistens sphärisch, aber oft auch länglich, krumm, obschon immer an der Oberfläche abgerundet sind. Sie haben sich wahrscheinlich in Folge von lange Zeit wiederholten Infiltrationen in Höhlen von gleicher Gestalt, welche mitten in dem Gestein nach seinem Uebergange in den festen Zustand vorhanden waren, gebildet: sie sind also von einer spätern Formation, als die Masse.

Auf folgende Art kann man diese Bildungs-Weise begreifen. Während das Gestein noch weich oder flüssig war, es mag nun diese Flüssigkeit wässerig oder feurig gewesen seyn, werden sich einige Gasarten gebildet haben, deren in der Masse, in Folge ihrer Zähheit, zurückgehaltene Blasen, bald sphärische, bald längliche oder gekrümmte und stets runde und glatte Wände darstellende Höhlen gebildet haben werden. Die Gewässer, welche durch mehrere mineralische Massen hindurch dringen und sickern, werden auch in diese Gesteine eingedrungen seyn; sie werden einige Substanzen, die sie entweder unmittelbar, oder mit Hülfe eines

Zwischen-Mittels auflösen konnten, aufgenommen, und im Ganzen oder theilweise an den Seitenwänden der Höhlen, welche sie durchdrangen, abgesetzt haben: daher ein erster Absatz, eine erste Incrustation auf diesen Wänden: darauf folgende Absätze werden sich auf die erstern gelegt und sehr oft werden sie endlich die Höhlen ausgefüllt haben. Die Durchdringlichkeit der Gesteine, besonders derjenigen, welche mandelsteinartiger Structur sind, ist durch eine grofse Menge Thatsachen bewiesen, vorzüglich durch gewisse sphärische und hohle Agate, in deren Innern man Wassertropfen siehet; sie ist bewiesen durch das Wasser, welches man in den Blasen-Räumen der Basalte u. s. w. findet, wie wir sehen werden, wenn wir von diesen Gesteinen handeln.

Wir haben bemerkt, dafs die porphyrartigen Gesteine auch bisweilen kugelige Kerne enthielten. Es ist nicht immer so leicht, sie von den mandelsteinartigen zu unterscheiden: oder anders ausgedrückt, wenn man solche Kerne in einem Gestein findet, ist es nicht immer leicht zu entscheiden, ob sie von gleichzeitiger oder späterer Bildung sind, und folglich, ob das Gestein porphyr- oder mandelsteinartiger Structur ist. Jedoch können in den meisten Fällen die begleitenden Umstände in den Stand setzen, zu entscheiden: mithin wird das Gestein ein Mandelstein seyn, wenn es in der Mitten noch ganz leere Höhlen, oder selbst leere Räume darstellen wird.

Die Gesteine von mandelsteinartiger Structur sind ziemlich selten; einige Geologen sogar betrachten sie ausschliefslich vulcanischen Ursprunges. Wir werden davon verschiedene Beyspiele in dem zweyten Theile dieses Werkes geben: wir werden

hier nur die von Oberstein im Zweybrückschen anführen, welche, in der Mitte einer zersetzten Trapp-Art, so schöne Klappersteine von Agat enthält. Wir wollen uns einen Augenblick bey ihrer Structur und Bildungs-Weise aufhalten.

Sie sind von auf einander folgenden Schichten von Calzedon, Carniol, Jaspis, Quarz- und Amethyst zusammengesetzt. Die erste, welche gewöhnlich calcedonisch und die dickste ist, hat, indem sie sich auf die Seitenwände der blasigen Höhlung legte, genau alle Umrisse beobachtet, eben so ist es mit verschiedenen andern Schichten derselben Substanz, welche sich von der erstern, sowohl als den, von andern vorerwähnten Mineralien, durch verschiedene Veränderungen von Farbe und Durchsichtigkeit unterscheiden. Der Quarz und Amethyst sind gewöhnlich nach dem Mittelpuncte zu; und wenn der Klapperstein nicht ausgefüllt ist, so gehören die innersten Schichten fast immer diesen letztern Mineralien an; sie finden sich daselbst in Crystallen, dessen Spitze nach dem Mittelpunct gerichtet ist, und dessen Oberfläche bisweilen Crystalle von kohlensauren Kalke, Analzim u. s. w. trägt. Die Einrichtung der Säulen und Pyramiden, welche die Wände des Klappersteines, sowohl als die von denselbigen zusammensetzende Schichten bilden, zeigen an: daſs das Anwachsen, vom Umkreise nach dem Mittelpuncte zu, erfolgt ist. Die meisten dieser Agate stellen auf ihrer Oberfläche einen Raum oder Punct dar, gegen welchen alle Schichten, wenn sie ihre sphärische Krümmung verlassen, sich zu richten scheinen: dies ist, sagt Werner, der *Infiltrations-Punct*, gleichsam, als wäre das Fluidum, welches durch seine Absetzungen alle Schichten hervorgebracht hat, durch diesen Theil gesickert: man kann sich von der Thatsache überzeugen, wenn man die schöne Sammlung von Obersteinschen Agaten prüft, welche sich im Mineralien-Cabinet zu Paris befindet. Ob nun schon übrigens dieser Umstand sowohl, als das Anwachsen vom Umkreise nach dem Mittelpuncte, die Durchdringlichkeit des Wassers in die mandelsteinartigen Gesteine u. s. w. für die von uns vorhin angezeigte

Entstehungs-Art zu stimmen scheinen, so gestatten wir doch nicht minder, daſs sie verschiedene Umstände über die Bildung der Klappersteine, zum Beyspiel, den Ein- und Ausgang des Fluidums, welches die Amethyst-Schicht, oder die Amalzim-Crystalle, in einem von einer 1 oder 2 Zoll dicken Calcedon-Schicht, in welcher man weder Loch noch Spalte siehet, umgebenen Raume abgesetzt hat, ohne gehörig genügende Erklärung lassen.

Doppelte Structur.

§. 106. Die *doppelte* oder doppeltzusammengesetzte Structur, welche verschiedene Gesteine darstellen, kommt lediglich von der Vereinigung zweyer Structur-Arten in einerley Masse her.

In dem Gneis hat man ein Beyspiel von *körniger* und *schieſriger* Structur; der Feldspath und der Quarz sind darin in an einander gefügten Körnern; welches die körnige Structur hervorgebracht hat: diese Aggregate bilden gewöhnlich gleichsam dünne Platten, zwischen welchen Glimmerblättchen liegen; daher die schieſrige Structur.

Die Granite stellen, bisweilen mitten in ihrer gewöhnlichen Masse, groſse Feldspath-Crystalle von deutlicher Form und in der Gröſse und Umfange der Körner von derselben zu der Masse gehörigen Substanz ganz verschieden dar. Diese Gesteine haben also auf einmal eine *körnige* und *porphyrartige* Structur.

Einige Glimmerschiefer, welche groſse Granaten enthalten, werden ein Beyspiel von der *schieſrigen* und *porphyrartigen* Structur geben.

Endlich enthalten einige Gesteine, so wie die Basalte zugleich, sowohl Feldspath-Augit-Crystalle u. s. w. von gleichzeitiger Bildung, als auch

Trümmer von Quarz, Zeolith u. s. w. von späterer Bildung; sie haben also zugleich eine *porphyrartige* und *mandelsteinartige* Structur.

Unregelmäſsige Structur.

§. 107. Die *unregelmäſsige* Structur ist diejenige von gewissen Gebirgs-Massen, die aus vereinigten und ohne bestimmte Ordnung gemischten Substanzen zusammengesetzt sind. So ist der schöne verde antico, eine durchaus unregelmäſsige Mischung von Kalkstein und einem sehr feinkörnigen Serpentin: so ist der Marmor von Campan eine Mischung von Kalkstein und Talkschiefer, welche verschiedentlich mit einander verflochten sind: so sind die meisten zipolinischen Marmorarten, welche in einem weiſsen körnigen Kalkstein Adern, Flecken und Schüppchen von einem mattgrünen Talk enthalten.

Gesteine, welche schicklicher Weise mit einem Namen zu belegen sind.

§. 108. Indem wir diese Abtheilung schlieſsen, wollen wir bemerken, daſs alle gleichartige Gebirgs-Massen, die man in der Natur antrifft, einen eigenen Namen erhalten, sobald als sie sich mit einem besondern Kennzeichen in ihrer Zusammensetzung oder ihrem Wesen darstellen: solche Massen bilden sodann ausgezeichnete Mineralien, welche in das Gebiet der Oryctognosie gehören. Allein anders ist es mit zusammengesetzten Massen: zuerst müssen sie sich, wenn sie als Gesteine angesehen werden sollen, in Massen von beträchtlicher Gröſse vorfinden (§. 97); allein dies reicht noch nicht hin, um ihnen eine besondere Benennung zu geben, und sie unter die *Gebirgsarten*

(espèces de roches), wenn man hier diesen Ausdruck anwenden könnte, einzutragen; sie müssen auch dem Geognosten häufig vorkommen und ein besonderes Kennzeichen in ihrer Zusammensetzung und Structur an sich tragen, welches dazu dienen könne, sie an jedem Orte, wo man sie findet, zu unterscheiden und zu erkennen. In entgegengesetzten Fällen wird das Gestein nach seinen Mineralien und seiner Structur oder nach seinen Unterschieden, mit schon benannten und bekannten Gesteinen, bezeichnet. Diese Art scheint mir schicklicher, als diejenige zu seyn, nach welcher man die Wissenschaft und das Gedächtnifs mit neuen Namen, ohne eine durch die Erfahrung bewiesene Nothwendigkeit, überladen würde. Hierbey mufs ich sagen, dafs ein Name nur zur Vermeidung einer Be- oder Umschreibung, welche in dem Vortrage sehr oft vorkommt, angewendet werden soll. Es sind nun zwanzig Jahre, dafs ich über Geognosie schreibe, und kaum habe ich die Nothwendigkeit von vier bis fünf neuen Namen von Gesteinen eingesehen: diejenigen, welche ich eingeführt haben kann, ersetzen nur, als eine blofse Uebersetzung, einige fremde Namen, welche dem Geiste unsrer (der französischen) Sprache zuwider waren, so wie *Grauwacke*, *Grauwackenschiefer*, *Thonschiefer*, *Klingstein*.

Ich bemerke, dafs eine Gebirgsart nicht gehörig nach einem kleinen Cabinets-Stück bestimmt werden kann: hier ist die Betrachtung der Massen von grofsem Umfange nöthig, ohne dies läuft man oft Gefahr, dasjenige für Grünstein oder Gneis anzusehen, was nur zufällig, und so zu sagen, nur augenblicklich in einem wahren Granit ist.

Zweyte Abtheilung. Structur der Massen und Gebirgs-Schichten.

Verschiedene Abtheilungsarten bey der Gebirgs-Masse.

§. 109. Wir verstehen hier, durch Structur der Gebirgs-Massen, die Abtheilungen, die verschiedene unter sich mit einigen Kennzeichen von Regelmäſsigkeit darstellen, wenn man sie auf einer groſsen Fläche betrachtet. In dieser Rücksicht hat man

1) Gebirge, welche durch parallele und weit verbreitete Spalten, (fissures, Klüfte) in über einander liegende Schichten (strata super strata, in der Sprache der alten Chemiker) abgesondert sind; dies sind die *geschichteten* Gebirge [1]).

2) Gebirge, welche mit Klüften durchschnitten sind und letztere, welche ein beständiges und bestimmtes Streichen haben, scheinen von der Beschaffenheit und Bildung des Gesteines abzuhängen, und theilen selbiges in *prismatische Massen*.

5) Gebirgsmassen, welche eine mehr oder weniger vollkommen kugeliche Absonderung darstellen.

1) In einem ausgedehntern Sinne sagt man gewöhnlich, daſs eine groſse Gebirgs-Masse, ein Gebirge, zum Beyspiel, geschichtet ist, wenn es von verschiedenartigen Schichten und folglich von verschiedenen Gesteinen zusammengesetzt ist. Allein in dieser Abtheilung ist blos von der Absonderung einerley Gesteines durch Spalten einer besondern Ordnung die Rede.

a) Von der Schichtung.

Erklärung.

§. 110. *Die Schichtung* ist nach dem, was wir vorhin gesagt haben, *die Abtheilung einer Gebirgs-Masse oder Schicht, in Massen oder Schichten einer niedern Ordnung, durch gleichlaufende, ausgebreitete, wenig von einander entfernte Klüfte* (fissures) *welche eine Folge der Bildungs-Weise sind.* Diese Klüfte, oder Fugen, nehmen den Namen *Schichtungs-Klüfte* an; und die, zwischen ihnen enthaltenen, Massen-Theile führen den Namen *Lagen* (strates) [1]).

Bestimmung der Schichtung.

§. 111. Bey Bestimmung der Schichtung eines Gebirges hat man zu beobachten:

1) das Streichen (Richtung) der Lagen;

2) ihr Fallen; (Neigung)

5) ihre Mächtigkeit; (Dicke)

1) Das von *sternere* und *stratum*, abgeleitete Wort: strate, ist in unserer Sprache (der französischen) wenig gebräuchlich; es wird jedoch in wenigen neuen geologischen Werken angewendet, und es wird unerläſslich, wenn man von der Stratification (Schichtung) handelt. Die Engländer gebrauchen das Wort *stratum*, die Deutschen das Wort, Schicht. Die strates sind keine Schichten, sondern nur Theile einer Schicht. Die Erd-Rinde ist also von Formationen; die Formationen sind von *Schichten* (couches), die Schichten von strates (Lagen) und oft die strates von Blättern (feuillets) zusammengesetzt.

Anmerk. d. Uebers. Dieser Bemerkung gemäſs, habe ich couche mit Schicht, und strate mit Lage übersetzt.

4) die Abweichung in ihrer Erstreckung, das heifst: in ihrem Streichen und Fallen.

Die Lagen sind oft eben oder fast eben: wenn man sie so betrachtet, so ist ihr Streichen einer auf ihre Ebene geführten Horizontal-Linie gleich: ihr Streichen bestimmen, heifst, den Punct am Horizonte angeben, nach welchen sich diese Linie richtet. Die Angabe geschiehet mit einer kleinen Boussole, in einem viereckigen Gehäuse oder einer ähnlichen Vorrichtung, die man an die Schicht hält: die Magnetnadel zeigt an einer schicklich angebrachten Eintheilung den gesuchten Punct am Horizont.

Das Fallen ist der Winkel, den die Schicht mit dem Horizonte macht: man bestimmt selbigen vermittelst eines mit einem Bleyloth versehenen Quadranten: die Boussolen der Geognosten sind zu Erreichung desselben Zweckes eingerichtet. Beym Gebrauch mufs man aufser der Gröfse des Winkels auch den Punct am Horizonte anmerken, nach welchem die Schicht einfällt. Dieser Punct ist immer um einen Viertel-Kreis (90 Grad) vom Puncte des Streichens entfernt, so dafs man von einem auf das andere schliefsen kann; oder wenigstens kann man immer das Streichen von dem schon beobachteten Fallen ableiten.

Die Dicke (Mächtigkeit) der Lagen nimmt man, wie bekannt, senkrecht auf ihre Oberfläche, das heifst, senkrecht auf die Klüfte der Schichtung.

Die Lagen stellen oft beträchtliche Krümmungen und Wellen-Formen dar; so, dafs man sich hüten mufs, das *partielle Streichen* einer ihrer Theile für ihr *Haupt-Streichen* anzunehmen; dieses kann nur aus dem Ganzen der einzelnen Streichungslinien, und wenn sie auf sehr von ein-

ander entfernten Puncten genommen worden, abgeleitet werden.

Bisweilen biegt sich eine Schicht und ändert gänzlich ihr Streichen. Dann haben ihre beyden Theile ein besonderes Streichen. Was die, wirklich sehr seltenen, Schichten von entschiedener krummen Gestalt betrifft, so haben selbige kein Haupt-Streichen mehr. Dieselben Beobachtungen müssen auch in Bezug auf das Fallen gemacht werden. Die Mächtigkeit (Dicke) der Lagen ist auch vielen Veränderungen unterworfen; sie stellt häufig entweder beträchtliche Verminderungen oder *Verdrückungen* oder beträchtliche Vermehrungen oder *Ausbauchungen* dar. Diese verschiedenen Abweichungen in dem Streichen, dem Fallen und der Dicke der Lagen und Schichten bilden die verschiedenen Umstände der *Verbreitung* der Schichten. Der Geognost mufs ihre Beschaffenheit, ihr Vorkommen und Gröfse bemerken.

Wir werden weiter unten die verschiedenen Folgerungen sehen, die er daraus ziehen kann.

Kennzeichen, woran die Schichtungs-Klüfte zu erkennen sind.

§. 112. Hauptsächlich an den Schichtungs-Klüften werden die oben erwähnten Bestimmungen gemacht: also liegt viel daran, sie nicht mit den ein Gestein durchschneidenden Klüften zu verwechseln, welche bisweilen einen gewissen Parallelismus unter sich beobachten. Wir bemerken deshalb, dafs diejenigen Klüfte, welche von der Schichtung abhängen, sich mit in allen ihren Biegungen beybehaltenem Parallelismus in grofse Entfernungen erstrecken; und übrigens mit der *Oberflä-*

che der Auflagerung, das heiſst: mit der Oberfläche, die man sich zwischen der geschichteten Masse, welche man betrachtet und der, auf welcher sie ruhet, denkt, parallel sind: er ist sogar das wesentliche Kennzeichen, wenn die Schichten in ihrer ursprünglichen Lage sind. Uebrigens können noch die folgenden Kennzeichen zur Erkennung und Unterscheidung der wahren Schichtungs-Klüfte Hülfe leisten.

1) Wenn ein Gebirge aus Schichten von verschiedenen Gattungen bestehet, so ist die Schichtung den Fugen dieser Schichten parallel.

2) Wenn eine Schicht Versteinerungen oder Trümmer einer besondern Gesteinart enthält oder mit einer andern Substanz vermengt ist, so zeigen das Streichen und Fallen von dem Ganzen dieser Versteinerungen oder dieser Trümer, oder dieser Substanz, die Richtung der Schichtung an.

3) In den Gebirgen von schiefriger Textur, so wie die Gneise, die Glimmerschiefer, die Thonschiefer, wird die Richtung der Blätter die der Schichtung erkennen lassen, da die beyden Richtungen parallel sind. Diese Bemerkung war schon durch Saussure gemacht worden: er betrachtete sie als eine allgemeine und als die wichtigste Beobachtung. (Sauss., §§. 642 et. 2326).

Es giebt jedoch einige Gesteine, welche bisweilen in zwey verschiedenen Richtungen, sich theilend, zu einer Verwirrung Gelegenheit geben können, wenn es darauf ankommt, die Richtung der Schichtung zu bestimmen.

Der Thonschiefer zeigt bisweilen solche doppelte Blätter, hauptsächlich in den verschiedenen Arten, welche sich mehr in lange Splitter als Blätter theilen: ein solches Beyspiel habe ich an den

Thonschiefern in Sachsen gesehen; Hr. Hausmann hat dergleichen in Norwegen beobachtet. Dieser Gelehrte hat auch einen Hornblendeschiefer bey Konsberg bemerkt; und er ist geneigt, zu glauben, dafs sie ein Bestreben der Hornblende ist, sich säulenförmig zu bilden.

In den Gneisen und Glimmerschiefern reicht blos die Lage der Glimmerschüppchen hin, um die der Schichtung zu erkennen, denn diese Schüppchen liegen auf ihrer flachen Seite mit den Blättern, und folglich auch mit der Schichtung, parallel.

4) In einigen Gesteinen von porphyrartiger Structur hat man zu bemerken geglaubt, dafs die prismatischen Krystalle in selbigen auch parallel mit der Schichtung lägen: dies findet im Allgemeinen für die Säulen von Hornblende, Turmalin, Rautenspath (macle) u. s. w. statt, die man in den Schiefergebirgen findet; allein in einer grofsen Menge von porphyrartigen Granitblöcken, welche ich mit Sorgfalt in der Absicht beobachtet habe, jene Thatsache zu bestätigen, habe ich die Feldspath-Crystalle ohne Unterschied alle Arten von Richtung (Streichen) annehmen sehen.

Geschichtete Gebirge.

§. 113. Es ist merkwürdig, dafs gewisse Gebirgsarten sich uns beständig geschichtet zeigen, während andere es nie oder fast nie sind.

Wir wollen einen Blick auf die in dieser Hinsicht betrachteten Gebirge werfen.

Alle diejenigen, welche die Flötzgebirge ausmachen, die Kalkstein-Sandstein-Kohlen-Gebirge u. s. w. sind sehr ausgezeichnet geschichtet. In den jüngsten sind die Schichten und ihre Lagen

horizontal (söhlig) dünn, und erstrecken sich mit beybehaltener ziemlich gleichen Dicke auf eine grofse Entfernung. In den ältern Gebirgen derselben Classe, zum Beyspiel, in gewissen Kalk-Formationen, sind die Schichten mächtiger, und nicht mehr so deutlich zu erkennen; einige Gipsmassen zeigen sogar keine; die Lage der Schichten ist nicht mehr eben, und auch nicht horizontal.

Sodann findet man zwar in dem Kohlen-Gebirge eine sehr ausgezeichnete Schichtung, allein die Schichten sind gefaltet und krumm; häufig nehmen sie auch noch eine sehr einfallende Lage an; jedoch bemerkt man hier noch einige Verhältnisse zwischen der Gestalt der Schichten und der Oberfläche des Bodens, oder wenigstens zwischen dieser Gestalt und der Oberfläche der ältern Schichten, auf denen jene liegen.

Wenn wir zu den Uebergangs- und Urgebirgen übergehen, so finden wir eine Ordnung der Dinge, ganz verschieden von dem, was uns die jüngern Flötz-Formationen dargestellt haben. Von jenen Gebirgen giebt es zwey Classen, die einen, so wie der Gneis, der Glimmerschiefer, der Thonschiefer u. s. w. sind sehr ausgezeichnet geschichtet; sie sind es bis in ihre kleinsten Theile, wie wir solches schon bemerkt haben; allein die andern, so wie die Granite, die Prophyre, die Grünsteine, die reinen Kalksteine, die Gypse, die Quarze u. s. w. führen keine oder fast keine Zeichen von Schichtung. Die Schichten und Lagen in den Urgebirgen haben nicht mehr dieselbe Folge und Gleichförmigkeit, als in den Flötzgebirgen; sie gehen leicht in einander über, indem sie stufenweise ihre Beschaffenheit ändern; und ihre Lage, welche übrigens grofsen Veränderungen unterworfen ist, nähert

sich sowohl in den Ebenen, als den Gebirgen, der senkrechten (seigern) öfterer, als der horizontalen (söhligen). Diese Lage sowohl, als die Gestalt, wird ein für alle Mal unabhängig von der Gestalt des Bodens und seinen Unebenheiten.

Das, was ich so eben in diesem Paragraph dargestellt habe, ist mehr das Resultat meiner Beobachtungen, als Werners Lehre; denn dieser Gelehrte und eine grofse Anzahl von Naturforschern giebt eine merkbare oder nur wenig bemerkbare Schichtung des Granits und der meisten Gesteine zu, welche wir, da die grofse Dicke der Lagen hindert, sie von einander zu unterscheiden, in die Classe der nicht geschichteten Gebirge gesetzt haben.

Die Geologen sind in ihren Meinungen über die Schichtung verschiedener Gesteine und besonders des Granits sehr getheilt gewesen: wir wollen deshalb einige nähere Umstände in dem zweyten Theile erwähnen. Man verband eine grofse Wichtigkeit mit dieser Frage, wegen der Folgerungen, die man über den Ursprung dieses Gesteins, welches damals als einzige Grund- und Unterlage der dünnen geschichteten, aus andern Gesteinen zusammengesetzten, Rinde angesehen wurde; da die lagen- oder schichtenartige Gestalt immer an den Begriff von in einer wässerigen Flüssigkeit bewirkten Ablagerungen oder Niederschlägen erinnert. Allein, bey dem jetzigen Zustande unserer Kenntnisse, ist diese Frage, wenigstens in gleicher Beziehung, ohne Interesse: der Granit wechselt schichtenweise mit andern Gesteinen ab, und er hat unstreitig eben einen solchen Ursprung, als sie.

Obschon ich keine grofse Masse eines ächten Granits wirklich geschichtet, das heifst, in Lagen abgetheilt, gesehen habe, so habe ich doch zwischen Rofswein und Meifsen in Sachsen, eine söhlige Schicht eines schönen rothen Granits von ein bis zwey Fufs Dicke, zwischen Schichten von Thon- oder Grünsteinschiefer liegen sehen,

Beobachtung über die Ursachen der Schichtung.

§. 114. Was ist nun die Ursache der Schichtung der Gebirge und der verschiedenen Umstände, die sie darstellt? Ich glaube, dafs wir noch nicht im Stande sind, diese Frage auf eine allgemeine und bestimmte Art zu beantworten.

Wenn wir den Durchschnitt eines unsrer letzten Flötzgebirge, so wie die in den Umgegenden von Paris, untersuchen; wenn wir selbige aus Kalk-Gips-Mergel- und Thon-Schichten, die verschiedentlich mit einander abwechseln, zusammengesetzt, von allgemein ebener Gestalt, mit beybehaltener ziemlich gleichen Mächtigkeit, sich söhlig in grofse Entfernungen erstrecken sehen, fo ist es unmöglich, nicht wahrzunehmen, dafs alle jene Schichten nach und nach über einander geordnete Absätze sind; und nichts natürlicher und leichter zu erklären ist, als die Fugen oder Klüfte, welche diese verschiedenen Schichten absondern.

Wenn wir ferner in einem Steinkohlen-Gebirge die Schichten von Kohle, Sandstein und Schieferthon alle Unebenheiten und Umrisse des Bassins, welcher sie enthält, folgen, fallen und steigen sehen, je nachdem der Grund dieses Bassins fällt und steigt, so ist es unmöglich, in ihnen nicht allmählige Absätze, welche sich über einander gebildet und gelagert haben, zu erkennen. Nichts als die Schichtung dieser Gebirge im Grofsen, und die Umstände, welche sie darstellt, ist leichter zu begreifen und zu erklären. Wenn wir zur eigentlichen Schichtung, der Schichtung der Schichten selbst übergehen, indem wir zum Beyspiel eine Thonschicht in Lagen getheilt untersuchen, welche

letztern entweder durch eine Farbenveränderung oder durch eine verschiedene, bisweilen von einer kleinen Menge Kieselerde herrührenden Härte, unter sich abweichen; indem wir eine, in, durch die Gröfse des Kornes verschiedene Lagen, getheilte Sandstein-Schicht untersuchen, indem wir eine durch *Adern* (nerfs) oder steinige Massen in Lagen getheilte Steinkohlen-Schicht sehen, wo auch hier alle jene Lagen offenbar als allmählige Absätze erscheinen: so wird man geneigt werden, zu denken, dafs, als sie erfolgt sind, zwischen jeder derselben ein ansehnlicher Zeitraum verflossen ist; dafs als die eine schon mehr oder weniger fest war, die andere sich erst absetzte; und also die Fugen, welche sie absondern, das heifst, die Schichtungs-Klüfte sich sehr auszeichnen müssen.

Allein wenn wir weiter gehen, und eine sich immer in derselben Richtung theilende und in blofse Blätter endigende Thon- oder Kohlen-Schicht sehen, so können wir jedes dieser Blätter nicht mehr als einen allmähligen Absatz, und ihre Fugen nicht als die Wirkung eines zwischen ihrer Bildung verflossenen Zeitraums ansehen: diese Abtheilung wird hauptsächlich von der Beschaffenheit des Gebirges abhängen; und doch hat sie grofse Verbindung mit der Schichtung; sie scheint dabey die Fortsetzung auszumachen; denn es ist oft sehr schwer, eine Gränze zwischen den Fugen der Lagen und den der Blätter zu ziehen.

Wir wollen nun zu den Urgebirgen übergehen. Wenn wir in einem Glimmerschiefer-Gebirge eine Schicht von einem schönen weisen Kalkstein, einige Metres mächtig, sich weiter als tausend Metres erstrecken, mit einer Schicht Chlorit-Schiefer, worin

gesäuertes Eisen enthalten, bedeckt sehen, so wie ich es zu Planaval in dem Herzogthum Aosta gesehen habe, so wird es auch klar seyn, dafs diese Schichten allmählige Absätze oder Niederschläge sind. Allein woher rührt es, dafs die Kalkstein-Schicht nicht geschichtet ist, so wie die Chloritschiefer-Schicht? Ist die eine nur ein einziger auf einmal bewirkter Absatz oder Niederschlag? und die andere eine Reihe von durch allmähligen Niederschlag der Chlorittheilchen gebildeter Absätze? Dies ist nicht wahrscheinlich, und man ist genöthigt, in der Schichtung des Schiefers eine von seiner Beschaffenheit abhängende Wirkung zu erkennen, Die Blätter der Schiefer rühren nicht von allmähligen Niederschlägen her; dies ist klar: wenn man in einer Gneis-Schicht einen grofsen Turmalin-Crystall verschiedene Blätter verdrehen und wohl gar durchschneiden siehet, und wenn man in einem Glimmerschiefer einen grofsen Quarz-Knoten, um welchen sich die Glimmerblättchen biegen, siehet, so ist klar, dafs dieser Crystall und diese Masse sich nicht so, wie ein Alaun-Octaeder in einem Crystallbehälter durch allmähliges Ansezzen von Theilchen, welche sich in der in dem Gefäfs enthaltenen Auflösung niederschlagen, gebildet hat; sie haben sich offenbar auf dieselbe Art gebildet, als die oben beschriebene Entstehung der Crystalle in den porphyrartigen Gesteinen. (§. 104.) Woraus man schliefst, dafs die Masse oder Schicht im Zustande der Weichheit in einer Zeit, wenigstens auf einem grofsen Theile, abgesetzt worden, und indem sie durch Crystallisation in den festen Zustand überging, die schiefrige Textur und folglich auch die mit selbiger in enger Verbindung stehende, Schichtung annahm.

Wenn die Crystallisations-Kraft sehr wirksam, wie in den aufserordentlich krystallinischen Gebirgen wäre, so könnte es möglich seyn, dafs sie der Absonderung der Blätter, und folglich auch dem geschichteten Ansehen, ein Hindernifs entgegen setzten, wie solches die Hrn. von Buch und von Humboldt bemerken.

Es würden also der reine körnige Kalkstein, der Granit u. s. w. in Folge ihrer Beschaffenheit und der Umstände ihrer Crystallisation sich nicht geschichtet darstellen, während die Schiefer, die Gneise u. s, w. sich so zeigen.

Ich bemerke bey diesem Umstande, dafs die Gegenwart des Glimmers in den Gesteinen einen grofsen Einflufs in ihre Schichtung, so wie in ihre schiefrige Textur zu haben scheint. Wenn der Granit Glimmer aufnimmt, so geht er in Gneis über und wird geschichtet. Wenn dieses Mineral sich in geringer Menge in die Kalkstein- oder Quarz-Schichten mischt, so giebt es ihnen ein Bestreben nach Schichtung, und macht sie sogar geschichtet, wenn es sich in ansehnlicher Menge darin befindet. Ich habe oft Massen dieser Gesteine gesehen, welche keine Spur von Absonderung in den reinen Theilen darstellten, sich aber da, wo man Glimmer sahe, in Platten theilten: der Glimmer war darin in Schüppchen, welche flach in den Fugen der Blätter lagen, und bisweilen befand er sich in so geringer Menge darin, dafs die Schüppchen, weit entfernt, ein zusammenhängendes Ganze zu bilden, ziemlich aus einander lagen: ihre Richtung (Streichen), in einer einzigen Lage, zeigte nicht weniger die Richtung der Lagen an.

Nach dem, was wir so eben gesagt haben, wird die Schichtung wenigstens in einer grofsen Anzahl von Gesteinen, nur eine von ihrer Beschaffenheit abhängende Wirkung seyn, und nicht von der Art herrühren, auf welche das Gestein entstehen, oder abgesetzt werden konnte; gewifs ist der Granit eben so, wie der ihm zunächst liegende Gneis, in welchen er übergeht, gebildet und abgesetzt worden. Hier würden wir anderer Meinung als Werner seyn, welcher in der Schichtung blos eine Wirkung der Aufeinanderfolge von besondern Absätzen sahe; jede Lage war in seinen Augen ein besonderer Absatz.

b) säulenförmige (prismatische) Absonderung.

Wenn Klüfte, die anders als die Schichtungs-Klüfte sind, die Gebirge in einer beständigen, mit verschiedenen Flächen parallelen, Richtung durchschneiden, so theilen sie selbige in fast immer prismatische Vielecke, meistens von beinahe *rechteckiger* Gestalt, bisweilen in gewöhnliche *Prismen*; ihre Höhe ist in gewissen Fällen so gering, dafs daraus *Platten* entstehen.

Rechteckigte Absonderung.

§. 115. Die Abtheilung in rechteckige (rechtwinkliche) Massen, oder um sich genauer auszudrücken, in rechtwinkliche Parallelopipeda, ist ziemlich gemein in den Flötzgebirgen mit söhligen Schichten, sie ist durch Klüfte entstanden, die nach zwey Richtungen gehen, unter sich senkrecht und zugleich auch auf die Schichtungs-Klüfte senkrecht sind.

Sie macht sich hauptsächlich an den Sandsteinen bemerkbar; sie giebt bey selbigen Veranlassung zu Massen, die nach allen Ausdehnungen rechtekkig sind; ich habe dergleichen in den schönen Thälern bey Pirna und Schandau in Sachsen gesehen, welche auf jeder Seite vierzig Metres hatten: bisweilen waren sie an den Kanten etwas abgerundet, welches die Klüfte noch deutlicher machte; und die Gebirge stellten im Grofsen das Bild jener grofsen Haufen von starken rechteckigen Ballen dar, die man bisweilen in den Magazinen der Handelsstädte siehet. Saussure hat dieselbe Abtheilung in einer grofsen Zahl von Sandsteinen der Alpen beobachtet: er sahe dergleichen bei Chapiu in der Tarantaise, welche so regelmäfsig abgesondert waren, dafs man sie als behauene Steine bey Erbauung der benachbarten Käsehütten anwendete; sie waren von einer sehr regelmäfsigen Gestalt, und die Natur hatte alle Behauungs-Kosten aufgewendet, sagt Saussure. Hr. Ramond hat ebenfalls am südlichen Fufse des Mont-Perdu Sandsteine beobachtet, die durch senkrechte Klüfte in Massen getheilt waren, deren Gestalt mehr oder weniger sich der eines rechteckigen Parallelopipedums näherte.

Einige Kalksteinarten, die Steinkohlen, und einige andere Gesteine, welche ein natürliches Bestreben haben, sich in cubische Stücken zu theilen, stellen im Kleinen eine gleichartige Thatsache dar.

Saussure zeigt zwey Ursachen dieser Abtheilung oder vielmehr der Bildung der Klüfte, welche selbige erzeugen, an:

1) das allmählige durch eine Bewegung oder einen Mangel an der Grundfläche, die ihnen zur Stütze diente, bewirkte Sinken der Schichten;

2) ein Zusammenziehen, welches bey dem Austrocknen oder dem Festwerden des Gesteins Statt fand. Vorzüglich der erstern schreibt er die, an den Sandsteinen beobachtete, Abtheilung in sehr große Massen zu. Allein es scheint von einer andern Seite, daſs man einem allgemeinen Zusammenziehen der Materie, das vor ihrem Festwerden bewirkt und vielleicht mit einer Attraction der Theilchen verbunden wurde, die Abtheilung, oder vielmehr das Bestreben, sich in Würfel zu spalten, zuschreiben muſs, welche Abtheilung man an einigen Substanzen bemerkt, und die durch ihre Unterabtheilungen bis ins Unendlichkleine zu gehen scheint.

Das Zusammenziehen muſs in einer Masse, welche selbige erleidet, Klüfte oder Spalten erzeugen; und folglich diese einmal angefangenen Klüfte, in Folge der Zähheit der Materie, sich in gerader Linie bis zu einer gewissen Entfernung verbreiten: diesemnach und in Erwägung, daſs das Zusammenziehen die drey Ausdehnungen zu verringern strebt, wird man begreifen, wie es eine sich mehr des Würfels, als jeder andern Gestalt nähernde Abtheilung erzeugen konnte.

Säulenförmige (prismatische) Absonderung.

§. 116. Die Abtheilung in Säulen (Prismen), welche verschiedene Gebirge darstellen, wird auch eine Wirkung des Zusammenziehens ihrer Substanz seyn.

Der Basalt ist von allen Gebirgs-Massen diejenige, welche diese Absonderung auf die ausgezeichneteste Art zeigt. Seine Prismen sind ohne Unterschied drey, vier, fünf, sechs, sieben, achteckig u. s. w. Ich habe jedoch beobachtet, daſs,

je feiner und dichter ihr Gemenge ist, desto mehr sie sich dem regelmäſsigen sechseckigen Prisma nähern. Ihre obere Grundfläche ist, ziemlich allgemein, senkrecht auf die Axe, und sie liegen oft mit ihrem untern Theile an einer basaltischen Masse, die ein zusammenhängendes Ganze ist. Ihre Höhe geht bisweilen bis zu mehr, als hundert, oder zweyhundert Metres, allein manchmal ist sie nur einige Zolle. Im Allgemeinen hält man sie für groſs, wenn sie gegen zehn Metres lang, und einen halben Metre dick sind.

Ihre gewöhnliche Lage ist senkrecht, und eine Vereinigung von solchen, so liegenden, Prismen giebt das Ansehen von prismatischen an einander gesetzten Säulen. In diesem Zustande bilden sie die berühmten Basalt-Colonnaden, die man an verschiedenen Orten von Vivarais, der Auvergne, Sachsen, Irland u. s. w. siehet; eine derselben in letzterwähntem Lande ist besonders unter dem Namen Chaussée des géants [1]) (Riesenstraſse) berühmt.

Bisweilen sind die Prismen horizontal, wie die Holz-Scheite in einem Holzhofe auf einander gelegt. Manchmal gehen sie, wie Strahlen, von einem Mittelpuncte aus einander; sie bilden also einen Theil einer Kugel, und bisweilen sogar eine ganze Kugel. Uebrigens habe ich sie auf beyden Seiten einer senkrechten Linie gekrümmt geordnet und gebogen gesehen, genau wie die Blätter an einem Palmzweige.

Sehr oft werden sie mit Klüften durchschnit-

1) Man sehe die Zeichnungen einer groſsen Anzahl dieser Colonnaden in Hrn. Fauja's Werken, und in dem Atlas der Institutions géologiques, von Hrn. Breislak.

ten, die auf ihrer Axe senkrecht sind, und welche sie in Stücken und sogar in Platten theilen, wenn sie nahe an einander sind. Bisweilen sind diese Klüfte erhaben, und dann bietet ein Ende der Stücke eine Erhabenheit dar, welche sich in die Hohlung des anliegenden Endes des nächsten Stükkes fügt: daraus entstehen *gegliederte Prismen* (prismes articules).

Die Laven, deren Grundstoff Phonolit und selbst auch Trachyt ist, stellen auch oft prismatische Absonderungen dar. Einige Naturforscher, welche sie so häufig an den vulcanischen Producten sahen, haben sie als eine ihrer besondern Eigenschaften ansehen wollen. Allein man findet sie auch in den andern Classen von Gesteinen: Hr. von Humboldt, Jameson, Reufs u. s. w. haben in Prismen getheilte Granite gesehen; ich habe eine solche Abtheilung in den weifssteinartigen Porphyren bemerkt, welche Sachsen in seinen Gneisgebirgen enthält: sie zeigt sich auf eine auffallende Art in einigen Gypsbrüchen am Montmartre bey Paris.

In den Gruben bey Northwich in England stellen Steinsalz-Lager jene Absonderung in einer solchen Vollkommenheit dar, dafs, indem Hr. Pictet auf dem Boden an einem Orte ging, wo dieser Boden durch die Spitze der prismatischen Massen gebildet ist, er auf einem Pflaster von sechseckigen Platten zu seyn glaubte, welches der Fall ist, wenn man auf der Chaussée des Géants in Irland [1]) gehet.

Die Klüfte, welche die prismatische Abthei-

1) Bibliotheque britannique et universelle.

lung erzeugen, erstrecken sich nicht immer in eine grofse Entfernung, und sie sind oft nur in einem Theile der besaltischen oder porphyrartigen Masse vorhanden; so dafs diese Masse also in einem Theile ihrer Ausdehnung in Prismen getheilt ist, und an dem andern ein zusammenhängendes Ganze bildet. Oft auch haben sie in einem Theile desselben Blockes eine andere Richtung, als in dem nächsten Theile: dann stellt der Block verschiedene Gruppen von Prismen dar; und in jeder Gruppe haben die Prismen eine verschiedene Richtung. Endlich verrückt sich eine der Klüfte, aus Ursache der prismatischen Absonderung, von der ersten Richtung, und die Prismen, welche sie nach ihrer Abweichung hervorzubringen strebt, haben nicht mehr dieselbe Regelmäfsigkeit, als zuvor.

Die Ursache, welche diese verschiedenen Klüfte veranlafst hat, ist, wie wir gesagt haben, ohne allen Zweifel das Zusammenziehen, welches die Basalt- oder Porphyr- oder Gyps-Masse u. s. w. entweder durchs Erkalten oder Austrocknen, erlitten hat.

Diese Erscheinung hat einige Analogie mit den Zusammenziehungen und den Rissen, welche wir täglich in den Letten und Schlamme sehen, wenn selbige zusammentrocknen. Allein welche Ursache hat die Klüfte bestimmen können, solche Richtungen anzunehmen, dafs dadurch eine Abtheilung in regelmäfsige Prismen entsteht? Denn ich wiederhole es, die Schwingungen (oscillations) geschahen um das regelmäfsige Sechseck herum. Es würde schwer seyn, es zu behaupten; und ich beschränke mich darauf, zu bemerken, dafs, wenn in den Steinkohlen-Flötzen und in gewissen geschichteten Gesteinen, das Zusammenziehen vorzüglich die

cubische Gestalt veranlassen sollte (§. 115), so muſs selbiges in denen, die es nicht sind, oder welche eine Ursache verhindert, sich leicht in horizontaler Richtung abzusondern, die sechseckige prismatische Form hervorbringen: von allen regelmäſsigen Vielecken, die man in Gestalt des Steinpflasters an einander legen kann, ohne daſs ein Zwischenraum bleibt, ist das regelmäſsige Sechseck dasjenige, welches, bey demselben Umfange, die gröſste Oberfläche darstellt. Ich bemerke hier noch, daſs in den Steinkohlen-Flötzen und den Gesteinen, welche sich in Würfel spalten, die Abtheilung sich von Stück zu Stück fortsetzt, das heiſst, daſs man Prismen hat, die sich durch den Bruch in Prismen von derselben Gestalt theilen und wieder abtheilen.

Absonderuug in Platten.

§. 117. Die Abtheilung in Platten ist blos ein besonderer Fall der prismatischen Abtheilung: es ist der einfachste und derjenige, welcher sich am allgemeinsten zeigt. Die Klüfte, welche diese Abtheilung hervorgebracht haben, sind, statt mit verschiedenen Flächen, nur mit einer dergleichen parallel. Sie sind gewöhnlich von geringer Erstrekkung; bisweilen ändern sie ihre Richtung plötzlich, und theilen sodann die Masse in verschiedene Gruppen oder Systeme von Platten, die in jeder derselben verschieden gerichtet ist.

Obschon die geringe Länge, die plötzliche Richtungs-Veränderung, die ganz flache und nicht wellenförmige Form, so wie die Eigenschaften, welche wir im 112. §. bezeichnet haben, dazu dienen, diese Klüfte von den Schichtungs-Klüften zu unterscheiden, so fürchte ich, daſs sie in einigen Fällen mit einander verwechselt werden, und

dafs man, zum Beyspiel, manche Granite für geschichtet ausgegeben hat, welche nur in Platten getheilt waren.

Der Basalt zeigt zuweilen diese Abtheilung auch; und Werner bemerkt, dafs man, in einigen Stücken dieses Gesteins, alle Arten von Structur vereinigt und in einander enthalten findet: diese Basalte theilen sich in Prismen, die Prismen in Kugeln, die Kugeln in concentrische Schichten, die concentrischen Schichten *in körnig abgesonderte Stücke* ab. Wir wollen sehen, was diese Structur des Basaltes in Kugeln von concentrischen Schichten wirklich ist.

c) Absonderung in kugelige Massen.

Das Mineral-Reich stellt eine grofse Anzahl Körper von kugeliger Gestalt dar: bisweilen sind es vollkommene Kugeln, öfterer mehr oder weniger unregelmäfsige Sphäroide, und am meisten auch, gleichsam von Theilen oder Segmenten dieser Sphäroide, zusammengesetzte und sich in Gestalt von knolligen Massen darstellende Körper. Das Studium der Structur, sowohl von den einen als den andern, ist in der Geologie von sehr grofsen Interesse wegen des Lichts, was selbiges über verschiedene Umstände der Bildung der Mineralien verbreitet.

Kugelige Structur in den crystallinischen Gesteinen.

§. 118. Wir wollen nun zuerst diese Structur in den Massen untersuchen, welche uns selbige auf die ausgezeichneteste Art darstellen; und zwar zuförderst in dem schönsten und lehrreichsten der Gesteine, dem kugelartigen Grünstein, der gemeinig-

lich kugeliger Granit von Corsica heifst [1]): wir werden daran sehen, was die Kraft der Verwandtschaft vermag, um nach gewissen Gesetzen die verschiedenen Mineral-Theilchen anzuziehen und abzuhalten, sie genau auf ein und dieselbe Linie, oder in einerley Entfernung zu bringen, um Körper von einer Regelmäfsigkeit oder einer wirklich merkwürdigen Symmetrie zu erzeugen.

Dieses Gestein bestehet aus dunkelgrüner Hornblende, weifsem Feldspath mit einigen kleinen Quarzkörnern vermengt. Seine Masse ist mit Sphäroiden besäet, deren Gröfse bisweilen wenigstens einen Zoll, sonst aber drey Zoll beträgt, sie sind von concentrischen Feldspath- und Hornblende-Schichten gebildet: bald berühren sie einander unmittelbar, bald sind sie einige Zoll von einander. Sie beobachten in denselben Theilen des Gesteines auf eine merkwürdige Art dieselbe Gröfse, dieselbe Structur und dieselbe Entfernung; allein von einem Theile zum andern sind in diesem Betracht Unterschiede, welches Veranlassung zu verschiedenen Abweichungen giebt, die man in den Sammlungen nicht siehet. Ich beschreibe eine derselben. — Die Kügelchen berühren sich in selbiger unmittelbar; sie scheinen sich zusammenzudrükken, welches ihnen eine ein wenig längliche Gestalt giebt; sie sind ein bis zwey Zoll breit und zwey bis drey Zoll lang. Die Mitte in jedem ist, bey einem Durchmesser von sieben bis acht Linien, beynahe wie in den Granitgesteinen, von Horn-

1) Man sehe über die Lagerung dieser Substanz, welche übrigens nur einen grofsen Felsen bildet, eine Bemerkung von Hrn. Gillet-Laumond in dem Journal des mines, Tom. 34.

blende und Feldspath-Körnern, die jedoch ein Bestreben haben, sich in concentrische Schichten zu ordnen, gebildet, um diesen Kern herum hat man nach und nach folgende Schichten:

1) eine zwey Linien dicke Schicht von weifsem Feldspath, der bald dicht, bald in Streifen, oder vielmehr in gegen den Mittelpunct zusammengehenden Zungen (languettes) ist,

2) eine aufserordentlich dünne Hornblende-Schicht, deren Durchschnitt sich wie eine sehr dünne Linie darstellt;

3) eine neue Feldspath-Schicht, der vorerwähnten ähnlich, aber nur eine Linie dick;

4) eine grünlich graue Hornblende-Schicht, von dem Ansehen einer Vereinigung sehr kleiner Chlorit-Schüppchen und eine Linie dick;

5) endlich eine den vorigen ähnliche Feldspath-Schicht, drey Linien dick, bisweilen durch eine der bey No. 2. ähnlichen Hornblende Schicht getheilt; zwischen den Feldspath-Zungen hat man bisweilen einige nach dem Mittelpuncte gerichtete Hornblende-Strahlen.

Alle Kügelchen sind bey einer ziemlich beträchtlichen Ausdehnung des Gesteines, genau von den nämlichen in derselben Ordnung liegenden Schichten, ohne einen in ihrer verschiedenen Dicke bemerkbaren Unterschied zusammengesetzt. — Wenn man die Oberfläche der äufsern sehr rein begränzten Schicht, so wie ihre bisweilen ein wenig winkliche Gestalt siehet, so würde man geneigt seyn, zu glauben, dafs sie sich bey der Bildung des Kügelchens zuerst ergeben habe, fest geworden und die Stellung der andern Schichten nachher geschehen sey; allein es ist bestimmt, dafs die äufsere Schicht

diejenige ist, welche die regelmäfsige Structur hat, und die Mitte am meisten verwirrt ist.

Hr. Reudant, der die Umstände, welche die Crystallisationen hervorbringen und begleiten, besonders studirt hat, bemerkt, dafs es sehr möglich seyn könnte, dafs die Bildung der Kügelchen fast augenblicklich bewirkt worden wäre; und nimmt wahr, dafs es bisweilen hinreicht, einer sehr concentrirten Salz-Auflösung einen leichten Stofs beyzubringen, damit das Salz sogleich sich in eine unordentlich crystallisirte Masse ordne, in welcher man kleine Kugeln von sich in einem Mittelpuncte vereinigenden Crystallen sieht. — Die Masse, welche zwischen den Kügelchen unsers Gesteines ist, bestehet in graulichgrüner, grob- und sehr breitkörniger, mit kleinern Feldspathkörnern vermengten Hornblende: man siehet darin auch einige kieselartige Puncte.

Corsica liefert uns einen Porphyr, welcher auch durch die Structur der in selbigen enthaltenen Kügelchen merkwürdig ist. Seine Masse ist gleichartig, weifssteinartig, röthlich braun, und stellt gleichsam dunklere Flecken dar, welche sich um die Kügelchen gruppiren. Letztere sind im Allgemeinen sphärisch; bald haben sie nur einige Linien, bald drey oder vier Zoll im Durchmesser: sie sind von kleinen Spindeln oder linsenförmigen Feldspath-Theilen gebildet, welche in der Richtung des Mittelpuncts nach dem Umfange zu stehen und durch dünne Zwischenwände von Quarz getrennt sind: sie enthalten auch einige kleine strahlige Knoten desselben Minerals: das Ganze ist von einer mit Quarzpuncten vermengten Feldspath-Schicht umgeben.

Einige Kügelchen sogar bestehen blos aus solchen Schichten [1]). Dieses Gestein ist eine Art Variolit (§. 104), welcher von den gewöhnlichen Varioliten nur darin verschieden ist, dafs in letztern das Kügelchen nur aus einem einzigen Mineral gebildet; in denen von Durance ist selbiges aus Feldspath formirt, welcher sich darin auch in nach dem Mittelpuncte zusammenlaufenden Strahlen befindet.

Die Gesteine, welche nur aus einem Mineral bestehen; so wie die Kalk-Gesteine, stellen auch bisweilen eine den ebenerwähnten ähnliche kugeliche Structur dar. Der genaueste und aufgeklärteste Beobachter hat in seinen Werken ein aufserordentlich merkwürdiges, aus den Umgebungen von Hières in der Provence genommenes Beyspiel aufgezeichnet; es ist ein grofser Felsen und sogar *ein ganzer Berg*, der aus Kalkspath-Kugeln besteht.

„Als ich auf seinen Gipfel stieg, sagt Saussure [2]), „bemerkte ich in dem Kalkgestein eine Halbkugel „von 15 bis 18 Zoll Durchmesser, die ganz aus „Kalkspath bestund, welcher concentrisch geschich-„tet, und jede dieser Schichten durch eine Verei-„nigung von gegen den Mittelpunct der Masse hin „convergirenden Nadeln gebildet war. Ich glaubte,

1) Man sehe im Journal des mines, 35 Band eine sehr umständliche Beschreibung dieses Gesteins von Hrn. Monteiro, welcher es nach Hrn. Haüy, Pyroméride globulaire, genannt hat.

2) §. 1478. Meine Vorliebe für Saussure, als Beobachter, Logiker und Schriftsteller, wird mich oft verleiten, mehrere Stellen seiner Werke wörtlich anzuführen: man kann nicht besser sehen, nicht besser urtheilen, und nicht mit mehr Klarheit schreiben.

„dafs dieses zufällig wäre; allein, indem ich weiter „stieg, sahe ich mit viel Verwunderung, dafs der „ganze Berg bis auf seinen Gipfel aus Spathku„geln fast von derselben Structur besteht. Ihre „Gröfse ist verschieden; die gröfsten haben zwey „oder drey Fufs Durchmesser; die kleinsten zwey „bis drey Zoll. Man siehet dergleichen auch von „einer länglichen Form; aber immer sind die „Schichten concentrisch, und aus, nach dem Mit„telpuncte oder der Axe der Masse zu, zusammen„laufenden Theilen zusammengesetzt. Manchmal „sind diese zwar concentrischen Schichten wellen„förmig oder wie Blumengehänge (festonnées). Oft „vermengen sich diese grofsen und kleinen Kugeln „und gruppiren sich unter sonderbaren Gestalten; „und doch ist das Ganze dieser Kugeln nach ziem„lich regelmäfsigen und wenig geneigten Schichten „geordnet. Die Substanz des Spathes, welcher die „Kugeln bildet, ist honiggelb, oder gelblichweifs, „durchscheinend, und sein Korn ist sehr glänzend. „Die Zwischenräume der Kugeln sind mit einer „weichern, oft höhligen Materie von gröbern Ge„füge, im Wesentlichen aber von derselben Beschaf„fenheit, ausgefüllt.“

Dies sind nach dem gröfsten mir bekannten Maafsstabe alle Umstände der kugelartigen Formationen, welche mehrere gleichartige mineralische Substanzen uns so oft darstellen.

Wir können uns einen Begriff von der Art machen, auf welche diese Formationen entstehen können, wenn wir die Augen auf Thatsachen richten, welche sich täglich in unsern Laboratorien sowohl, als in denen, worin die Natur noch schafft, zutragen. Wenn man in den Glashütten die flüs-

sige Glas - Masse langsam erkalten läſst, so bildet sie sich oft in Gruppen von Kügelchen, mit divergirenden von concentrischen Schichten geschnitten werdenden Strahlen, welche einander durchdringen: dies sind die von Hrn. Fleriau de Bellevue beobachteten Crystalliten. Die Hrn. Hall und Watt haben bey ihren schönen Versuchen über die geschmolzenen mineralischen Massen, in der Mitte derselben, bey gewissen Umständen ihres Uebergangs in den festen Zustand, von dem Mittelpuncte nach dem Umkreise gestreifte Kugeln sich bilden sehen; einige Laven stellen bey ihrem Erkalten ähnliche Thatsachen dar; so wie wir solches in dem zweyten Theile dieses Werkes sehen werden. Auf dem nassen Wege erlangt man ähnliche Formen, wie man selbiges bey einer groſsen Anzahl von Kalksintern siehet.

Wir bemerken hier, daſs wenn die Kügelchen sich in einer Masse isolirt befinden, selbige bey den Erzeugnissen der Kunst eben so, als bey den in der Natur, ziemlich genau kugelrund und von concentrischen Schichten mit convergirenden Strahlen zusammengesetzt sind; allein, wenn die nächsten Kügelchen sich vereinigen und durchdringen, so bilden sie knollige Massen oder wahre Vereinigungen von sphäroidischen Theilen. Da jeder derselben seine Structur behält, so findet sich die Masse in mit der Oberfläche parallele Schichten mit Strahlen, die auf ihren Flächen senkrecht sind, getheilt: welches die *schaalige* Structur ausmacht: die Hämatiten, Malachiten u. s. w. bieten, ohne genau die Formations-Art der vorerwähnten Gesteine zu haben, dergleichen Beyspiele dar.

Werner handelt von keinen andern kugeligen Abtheilungen als von der Abtheilung in Kugeln, die die Granite, die Basalte

u. s. w. bisweilen darstellen. Er denkt, daſs selbige die Folge einer der nur erwähnten ähnlichen Bildungs-Arten ist. Er wird zum Beyspiel sagen, daſs bey der Formation oder dem Festwerden gewisser Granite, in der körnigen Masse verschiedene Wirkungs-Mittelpuncte entstanden sind, um welche sich die Materie in concentrischen Schichten geordnet hat, welche an Härte und Festigkeit abnehmen, jemehr sie sich von dem Mittelpuncte entfernen, welcher letztere sonach der härteste und festeste Theil, und der Raum zwischen den Kugeln mit einem Granit von sehr lockern Gefüge angefüllt ist. Hr. von Charpentier äuſsert dieselbe Meinung, als er einen in den Pyrenäen auf dem Gipfel eines Berges beobachteten Granit anführt, welcher aus unregelmässig sphäroidischen bis gegen zwey Fuſs dicken Massen besteht; die zwischen selbigen enthaltenen Räume, sagt er, sind mit einem weniger festen, und zur Zersetzung mehr geneigten Granite, ausgefüllt: diese Bildungs-Art fügt dieser geschickte Mineralog hinzu, scheint mir mit der des kugeligen Porphyrs von Corsica analog zu seyn. 1) Was mich betrifft, so bin ich sehr geneigt zu glauben, daſs jene auf der Oberfläche eines Berges beobachteten Granitkugeln nur eine bloſse Wirkung der auflösenden Kraft der Atmosphäre sind. 2)

Die Kraft wird in die Granit-Masse eingedrungen seyn, sie wird das Gefüge locker gemacht oder zerstört haben; härtere und bisweilen ziemlich beträchtliche Theile werden dabey mehr widerstanden, jedoch auch den Einfluſs dieser Kraft empfunden haben; ihre Winkel und Kanten, welche mehr ausgesetzt waren, werden abgestumpft und diese harten Theile abgerundet worden seyn. Ferner wird auch die auf ihre Oberfläche wir-

1) Iournal des mines tom. 33.

2) Hr. Mac Culloch vereinigt die beiden Meinungen, und ganz auf die Wirkungen der Zersetzung bestehend, glaubt er, daſs die Gestalt der Granit-Kugeln oder abgerundeten Blöcke auch eine Folge der ursprünglichen Bildung ist. On the granite Tors of Cornwall.

kende Zersetzung das Gefüge dieser Oberfläche locker gemacht, und sie also von dem übrigen Theile der Kugel getrennt haben; daher eine erste concentrische Schicht: wenn nun sodann die Zersetzung weiter und gleichsam stufenweise eindringt, so wird sie eine zweyte, dritte u. s. w. Schicht erzeugen; mit einem Wort, sie wird auf der Kugel eine in concentrische Schichten veränderte Rinde hervorbringen, deren Gefüge natürlich um so locker seyn wird, je näher sie der Oberfläche seyn werden. Was das Innere betrifft, so wird überall, wo die Zersetzung nicht eingedrungen ist, nur eine feste zusammenhängende Masse, ohne den geringsten Schein von Schichten-Abtheilung, seyn: ich habe Gelegenheit gehabt, mich davon sehr viel Male zu überzeugen. Wenn ich von den Graniten, Grünsteinen, Basalten, Sandsteinen handeln werde, will ich mehrere Beyspiele dieser kugeligen Abtheilung geben, und man wird sehen, wie die auflösende Kraft der Atmosphäre sich sehr weit in dem Innern der Gebirgs-Massen fühlbar machen kann, ohne ihre Oberfläche zu zerstören oder gar nur beträchtlich zu verändern.

Kugeliche Structur in den dichten Gesteinen.

§. 119. Die kugeligen uranfänglichen Bildungen finden sich auch in den Gesteinen und Mineralien, welche kein crystallinisches Ansehen haben, und deren Bruch dicht ist.

Die Oolithen, welche in einigen Flötzgebirgen in so grofser Menge vorkommen, sind davon ein Beyspiel: alle Mineralogen kennen diejenigen, welche Hanfkörnern ähnlich, sich in den dem Sandsteine (den bunten), in Thüringen untergeordneten Mergelarten, vorfinden. Diese kleinen Kügelchen werden sich um eben so viel Mittelpuucte der Anziehung, durch die Vereinigung und Zusammenstellung der in der Mergel-Masse enthaltenen Kalktheilchen erzeugt haben; sie werden da die ungleichartigen Theile gelassen haben und mitten in selbigen reinere Kör-

ner bilden. Bisweilen werden sich alle Theilchen einer Kalk - Schicht so in Kügelchen gruppiren; und die Schicht wird blos als ein Zusammengesetztes von kleinen runden Körnern, ohne Bindemittel, und fast ohne Anhänglichkeit zu einander, erscheinen.

Ich habe ein Beyspiel dieser Thatsache bey Mortagne gesehen; eine Schicht, von gegen einen Fuſs dick, hatte da das Ansehen einer jener groſsen Haufen Anis-Körner, die man in den Vorraths-Behältnissen der Zucker-Bäcker siehet. Saussure hat dergleichen auf dem Saléve, auf den Dôle u. s. w. beobachtet. Die Oolith-Körner sind gewöhnlich dicht; allein oft auch entdeckt man daran Spuren von concentrischen Schichten und selbst auch von gegen den Mittelpunct gerichteten Strahlen. Manchmal ist der Mittelpunct von einem Muschel-Stück eingenommen; um diesen fremden Körper herum ist die Crystallisation, oder vielmehr die Gruppirung der Theilchen vor sich gegangen. Diese Thatsache siehet man ziemlich häufig in dem Iura, wo die Körner bis gegen einen Zoll und mehr Durchmesser haben. (Sauss., 359.)

Oft sind die kugelichen Massen von einer Beschaffenheit, die ganz verschieden von der des Gesteins ist, in dessen Mitte sie sich finden. So siehet man in den Kalksteinen in Baiern vollkommen runde Kugeln mit concentrischen Schichten von Hornstein (kugelichen Hornstein, nach Werner): sehr wahrscheinlich rühren sie von der Vereinigung der Kieseltheilchen her, welche in der noch weichen oder flüsigen Kalk-Masse eingestreut waren; ihrer Anziehungs-Kraft nachgebend, werden sie sich um einen Mittelpunct herum gruppirt und gleichsam zusammengehäuft haben. Wenn die

Gruppirung nicht auf eine so vollkommne Art geschehen konnte, oder mehrere um verschiedene benachbarte Mittelpuncte herum erfolgten, so werden knollige Massen und keine Kugeln entstanden seyn. So ist wahrscheinlich der Ursprung der meisten Knollen und Nieren von Feuerstein (silex-pyromaque) den man in so grofser Menge in den Kreide- und einigen Kalk-Gebirgen findet.

Endlich haben wir ein Beyspiel von kugelichen Bildungen, bis in die letzten Zeiten der mineralischen Erzeugnisse, an dem *Eisen-Hydrat in Körnern*, in den zweyten Flötz- und aufgeschwemmten Gebirgen. Es findet sich darin, entweder in einzelnen Körnern, wie Erbsen, Linsen u. s. w. oder in Massen oder Lagern, die aus runden Körnern, mit concentrischen Schichten bestehen, welche letztere bald vollkommen sind, bald nur einen ersten Umrifs und manchmal sogar, nur an einem kleinen Theile ihres Umfanges, darstellen. Allein was diese, offenbar mitten in der eisenhaltigen Masse, in Folge einer innern Bewegung gebildeten Körner noch merkwürdigeres haben, ist: dafs die Schichten um so dichter sind, je mehr sie vom Mittelpuncte entfernt sind, und das Innere sehr oft nur mit einer geringen Menge Ocker angefüllt, oder auch ganz leer ist. Die Klappersteine, (gèodes) von derselben Substanz, die man einzeln in denselben Gebirgen findet und welche bisweilen, bis einen Fufs Durchmesser haben, stellen dieselbe Thatsache, auf eine noch überraschendere Art dar, deren Erklärung mir sehr schwierig scheint. Man kann hier nicht eine solche Formation, wie bey den, in den früher vorhandenen Höhlen, gebildeten Klappersteinen oder Kernen der mandelsteinartigen Gebirge, annehmen: man hat wohl Crystalle

anfangen sehen, sich an ihren Kanten und äufsern Flächen zu erzeugen, allein man wird nichts ähnliches an den fraglichen Klappersteinen begreifen können.

Der eisenhaltige Schlamm, den man aus den Schwedischen Seen zieht, und den man als Eisen-Miner verarbeitet, zeigt, wie man sagt, bey der Abtrocknung ein Bestreben, sich in concentrisch geschichtete Kügelchen zu formen. Die Hrn. Deluc und Kidd haben dieselbe Thatsache am Thone bemerkt [1]).

Folgerungen und Bemerkungen.

§. 120. Die eben erwähnten verschiedenen kugelichen Körper, welche sich offenbar da bildeten, als die Gesteine, worinnen sie vorkommen, im Ganzen, oder in ziemlich grofsen Theilen, aus dem flüssigen in den festen Zustand übergingen, lehren uns, dafs diese Gesteine an dem Orte, wo sie jetzt sind, im Ganzen oder in grofsen Theilen und nicht nach und nach Theilchenweise abgesetzt wurden. Wenn bey Hières ein Kalkberg sich in grofsen Kugeln gebildet hat, wenn mitten in den Sandsteppen der Landes, eine Schicht hydeatirtes Eisen in Körner getheilt wurde, und diese Formation, oder Abtheilung sich darum erzeugte, weil zu gleicher Zeit in der Masse mehrere Mittelpuncte entstunden, um welche die Theilchen sich nach den Crystallisations- oder Attractions - Gesetzen, welche sie antrieben, ordneten, so mufste wohl in diesem Augenblick der Berg oder die Schicht im Ganzen

1) Kidd's Geological essay, p. 29.

oder in grofsen Theilen am gegenwärtigen Orte weich oder flüfsig seyn.

Alle die verschiedenen kugelartigen Bildungen sind eine Wirkung der Verwandschafts-Kraft, welche die Theilchen von einerley Gattung zur Annäherung und Vereinigung nach bestimmten Gesezzen leitet.

Aber wie sind die Wirkungen nach den Zeiten und Umständen verschieden gewesen!

In den ersten Zeiten mineralischer Bildungen ordnete die mit allem ihrem Nachdruck, und bey den günstigsten Umständen wirkende, Verwandschaft die ganze mineralische Materie in Crystalle; sie brachte die Crystalle von Feldspath, Quarz, Glimmer, Hornblende, u. s. w. hervor, deren Vereinigung die körnigen Gesteine ausmacht; sie erzeugte blättrige oder crystallinische Körner der zuckerartigen Marmorarten; (marbres sacharoides) sie bildete die völlig crystallinischen Kügelchen des corsikanischen Granits u. s. w. Bey andern Umständen brachte sie die polyedrischen Cryställe der Porphyre hervor. In weniger günstigen Zeiten gab sie den strahligen, concentrisch geschichteten Kügelchen der Varioliten, den Körnern der Dolomiten u. s. w. ihre Entstehung.

In den spätern Zeiten werden ihre Wirkungen ganz verschieden seyn: es werden blos unregelmäfsige Crystallisationen, blofse Zusammenhäufungen von Theilchen seyn, die man doch noch von einander entfernt sehen wird. An der Stelle der blättrigen Körner der Marmorarten werden wir *körnig abgesonderte Stücke*, dunkle und dichte Oolithen haben; anstatt der schönen Granit-

und Porphyr-Kügelchen, aus Corsica werden es nichts weiter als Kugeln und Knollen von Feuerstein u. s. w. seyn; endlich werden wir Körner oder Klappersteine von hydratirten Eisen haben. Ob nun schon übrigens die Crystallisations-Kraft in diesen letzten Gebirgen fast erlöscht zu seyn scheint, so kommt sie doch bisweilen wieder vor; sie ist es, welche einige halbcrystallinische Quarze, in den Gebirgen der Umgebungen von Paris, hervorgebracht hat.

Die vulcanischen Producte stellen uns ähnliche Formationen dar: die Theilchen-Anziehung wird zu Folge der verschiedenen Umstände bey dem Uebergange aus dem flüssigen in den festen Zustand gänzlich einige Laven in Crystallen bilden, und daraus Massen von körniger Structur machen; fast in allen wird sie Crystalle, wie in den Prophyren erzeugen; in einigen wird sie Kugeln von Perl-Obsidian bilden; sie wird die *Pechsteine in körnig abgesonderte Stücke* theilen, die einige Merkmale von concentrisch geschichteter Textur an sich tragen; endlich wird sie die dunklen und dichten *körnig abgesonderten Stücke* von verschiedenen Basalten hervorbringen.

Dritte Abtheilung. Structur und Verbreitung. (Ausdehnung) der Formationen.

Festsetzung der Annahme des Wortes Formation.

§. 121. Die verschiedenen Gebirge, das heifst, die verschiedenen Vereinigungen von Gebirgsarten, in welchen eine Gattung von Gestein ausgezeichnet vorherrscht, sind von Wernern in besondere Vereinigungen oder Systeme von Gebirgs-Schichten getheilt worden, die er *Formationen* genannt hat (§. 97.)

Diese Abtheilung ist hauptsächlich auf den Unterschied zwischen den Epochen, in welchen die verschiedenen Schichten-Systeme gebildet worden, gegründet. Zwey dieser Systeme, welche von ganz verschiedenem Alter seyn würden, wenn sie auch zu demselben Gebirge gehörten, das heifst, wenn auch dasselbe Gestein in ihrer Zusammensetzung vorherrschte, müssen nothwendig einige Unterschiede entweder in der Beschaffenheit oder den Massen, woraus sie bestehen, oder in ihrer gegenseitigen Zusammensetzung, oder den Umständen ihrer Auflagerung darstellen. Dies sind jene Unterschiede, welche die verschiedenen Formationen bezeichnen, und welche den Zeit-Unterschied anzeigen.

Wenn man zum Beyspiele in einer Gegend ein System von Faser-Gyps-Schichten findet, die mit, Ammaniten enthaltenden, Kalk-Schichten und mit, Steinsalz enthaltenden, Letten-Schichten gemengt sind, und dieses System zwischen verschiedenen Gebirgsarten liegt; wenn man anderswo noch

oder in derselben Gegend ein anderes System von dichtem oder blättrigem Gyps findet, das mit Schichten von Mergel vermengt ist, welcher Knochen von vierfüſsigen Thieren enthält, und auf die Gebirge aufgelagert ist, unter welchen das vorige System sich befindet; so ist klar, daſs, obschon beyde Systeme zu den *Flötz - Gips - Gebirgen* gehören, sie doch deshalb nicht weniger zu verschiedenen Zeiten gebildet worden, und nicht weniger unterschieden sind. Dies sind die verschiedenen Theile oder Abschnitte eines Gebirges, welche Werner *Formationen* nennt. Die Formationen sind also gleichsam die *Einheiten* der geognostischen Zusammensetzung der Erdkugel, und ihre Bestimmung ist der groſse Gegenstand der Geognosie.

Wir werden in dem zweyten Theile den wenig vorgerückten Zustand unserer Kenntnisse von diesem Gegenstande sehen.

a) Structur oder Zusammensetzung der Formationen.

§. 122. Wenn wir die verschiedenen Schichten, welche die Erdrinde bilden, untersuchen, so werden wir einige dieser Schichten immer beysammen finden; sie wechseln unter sich ab, und machen sehr deutliche Formen oder Systeme aus: so finden wir zum Beyspiel die Schichten der wirklichen Steinkohle nie anders, als mit und in besondern Schichten eines Sandsteins und Schieferthones; sie machen durch ihr Ganzes die groſse Steinkohlen - Formation aus; sie sind die *wesentlichen* Schichten derselben.

Sonst siehet man ziemlich oft, mitten in Schichten eines und desselben Gesteines, Schichten von

anderer Beschaffenheit; und diese finden sich fast nie bey den erstern: so werden zum Beyspiel die Schichten von Alaun- und Kieselschiefer nur in den Thonschiefern angetroffen: sie sind keine wesentlichen Theile der Formation, weil ein grofser Theil der Thonschiefer keine dergleichen enthält; allein, da sie sich sonst nirgends finden, so kann man sie als zu ihnen gehörig, als ihnen *untergeordnet*, nach Werners Ausdrucke, ansehen.

Einige andere Schichten, die zu einer Formation ausschliefslich nicht gehören, finden sich in selbiger ziemlich häufig und sogar häufiger, als anderswo; sie sind darin gleichsam *gewöhnlich*: so würde der körnige Kalkstein in Bezug auf den Glimmerschiefer seyn.

Endlich giebt es solche, welche sich in keiner Formation gewöhnlich vorfinden, und darin nur *zufällig* sind.

Die Zahl der verschiedenartigen Schichten, welche in die Zusammensetzung einer Formation eingehen, ist aufserordentlich verschieden; zu der Formation des Alpen-Kalksteins, des ältesten Flötz-Kalksteins, zählet man Schichten von Quader-Sandstein, bituminösen Mergel-Schiefer, mergelartigen Kalkstein, Mergel-Stinkstein, Gyps und vielleicht noch einige andere. Indessen stellen die Porphyr-Formationen oder Gebirge, und die meisten ungeschichteten Gebirgs-Massen wenig mehr als eine einzige Gesteinart dar.

In einer Formation liegen die Schichten immer parallel auf einander: alle haben folglich einerley Streichen (Richtung), einerley Fallen (Neigung) und stellen einerley Biegungen und Krümmungen dar. Die Schicht, welche eine andere trägt, ist die *Sohle* (Grund-Mauer, mur) und die, welche

sie bedeckt, ist die *Decke* (das Dach, toit). Die Fuge zwischen einer Schichte und der, welche ihr als Sohle dient, die wir schon *Auflagerungs-Kluft* (fissure de superposition) genannt haben, ist gewöhnlich rein und gut unterschieden: bisweilen jedoch vermengt sich die Materie einer Schicht bey der Berührung mit der darüber liegenden Schicht; sie fliefsen gewissermaafsen in einander, so dafs die Kluft nicht mehr sichtbar ist, und nicht mit Genauigkeit angezeigt werden kann.

Wir werden in dem zweyten Theile die verschiedenen Schichten, welche jede Formation oder jedes Gebirge zusammensetzen, so wie die einzelnen, sich auf jede derselben beziehenden, Umstände bekannt machen. Wir beschränken uns hier auf folgende zwey allgemeine Bemerkungen.

Ein Gebirge theilt sich oft in mehrere verschiedene Formationen; so rechnet man wenigstens vier dergleichen in dem *Flötzkalk-Gebirge* (calcaire secondaire).

Das eigentliche Steinkohlengebirge hat nur eine: und vielleicht würden einige Geognosten auch sogar nur eine in dem Ganzen der Urgebirge sehen, so sehr scheinen alle Theile in einander zu greifen und durch eine zwar stufenweise, aber nie unterbrochene oder ganz veränderte, Wirkung der Natur entstanden zu seyn.

Diese Formationen, welche also fortschreitend und unvermerkt in einander übergehen, sind dasjenige, was Werner Formations-Reihe (Suite) nennt. Denselben Namen giebt er auch der Reihe, den die verschiedenen Formationen einer Substanz, vom ersten bis letzten Augenblicke der Erzeugung mineralischer Stoffe, darstellen. Wir werden auf diese Reihen in dem folgenden Capitel zurückkommen.

b) Verbreitung (Ausdehnung) der Formationen.

Ursprüngliche Verbreitung.

Bey der Untersuchung der Formationen werden wir ihre *ursprüngliche* und ihre *jetzige Verbreitung* zu untersuchen haben.

In Beziehung auf *ursprüngliche Verbreitung* sind die Formationen *allgemein* oder *theilweise*.

Allgemeine Formationen.

§. 123. Die erstern sind durch eine allgemeine Ursache entstanden: man kann sich selbige als die Niederschläge einer Haupt-Auflösung, das heifst, als eine solche, welche die ganze Erdkugel bedeckte, vorstellen.

Allein daraus, dafs die Auflösung allgemein war, folgt nicht, dafs es auch bey jedem Niederschlage so gewesen sey und jeder derselben ursprünglich eine Schicht, oder eine Vereinigung von Schichten gebildet habe, welche die ganze Kugel umgab, wie Werner anzunehmen schien. Während die Auflösung eine Substanz oder ein Gestein an einem Orte absetzte, konnte sie sehr wohl keinen solchen Niederschlag an einem andern Orte hervorbringen; entweder fanden sich die zusammensetzenden Grundstoffe in diesem Theile der Auflösung nicht in hinreichender Menge beysammen, oder die Ursachen des Niederschlages übten ihre Kraft nicht daran aus, oder endlich setzten andere Ursachen ein Hindernifs entgegen. Dort setzte sich Granit ab, ein wenig weiter Glimmerschiefer, indem vielleicht die Glimmertheilchen in

dem Theile der Auflösung, welche diesen Ort bedeckte, in gröfserer Menge vorhanden waren.

Die Granite, Gneise, Thonschiefer, und wahrscheinlich alle Urgebirge, so wie ein grofser Theil der Flötzgebirge sind von allgemeiner Formation. Die Gleichförmigkeit in der Beschaffenheit der Structur und der Lagerung der verschiedenen Theile von jedem dieser Gebirge, die wir in den verschiedenen Theilen der Erde finden, führen uns zu diesem Schlufs. Wenn man, zum Beyspiel, in allen den Gegenden von Europa, Asien und America, wo die Beobachter eingedrungen sind, denselben überall aus Körnern von Feldspath, Quarz und Glimmer, beynahe in gleichen Verhältnissen bestehenden, Granit und überall von demselben Ansehen findet; wenn man daselbst auch denselben ebenfalls aus Quarz und Glimmer zusammengesetzten Glimmerschiefer antrifft, der überall dieselbe Structur hat, überall Granaten enthält, die nämlichen Umstände der Lagerung darstellt; und nichts anzeigt, dafs diese verschiedenen Granite und Glimmerschiefer in diesen verschiedenen Orten das Product von Local-Ursachen seyen, so kann man natürlich glauben, dafs sie alle die Producte einerley Ursache, die Theile eines Ganzen sind.

Theilweise Formationen.

§. 124. Die theilweisen Formationen sind diejenigen, welche man nur an gewissen Orten antrifft, und welche ihr Daseyn (Vorkommen) daselbst blos von besondern und Local-Ursachen, zum Beyspiel, von Absätzen zu haben scheinen, die in einigen Mittel-Meeren oder grofsen Seen bewirkt wurden.

Werner führt ein dergleichen aus der Lausitz, seinem Vaterlande, genommenes Beyspiel an: es war eine kleine, in einer Vereinigung von Kalkstein- Sandstein- und thonigen Eisen-Schichten bestehende Formation; sie ruhete auf einem Uebergangs-Gebirge.

Lamanon sahe die Gyps-Formation der Umgebungen von Paris als einen Absatz an, der in einem vormaligen See sich gebildet habe, welcher ehedem den Ort, wo diese Formation sich befindet, einnahm, und welcher, nachdem er seine Dämme an der Seite nach Mantes zu durchbrochen hatte, in das Meer floſs. Die schönen Beobachtungen der Hrn. Cuvier und Brogniart über diese interessante Formation widersprechen dieser Meinung nicht.

Jetzige Verbreitung.

§. 125. Die Formationen haben jetzt nicht mehr dieselbe Verbreitung, die sie ursprünglich hatten. Verschiedene Ursachen haben die Massen und Schichten angegriffen, welche die Formationen ausmachten; sie haben sie mehr oder weniger zerstückelt und zerstört; und wenn einige auch zusammenhängende Massen von einer noch beträchtlichen Gröſse haben, so giebt es doch mehrere, von denen, so zu sagen, nur noch einige zerstreute Trümmer übrig sind. Sie finden sich, sagt Werner, entweder auf den Höhen in der Gestalt von Platten und *Gipfeln*; oder in *Böschungen* (adossements) gegen einige Thal-Gehänge; oder wie *Ausfüllungen* in den Niederungen.

Die Reste der Schichten, welche die letztere Lagerung einnehmen, sind die beträchtlichsten, in den Vertiefungen liegend, folglich der Wirkung

der zerstörenden Kräfte weniger ausgesetzt, und bald nachher, durch die von den obern Gesteinen herabgestürzten Trümmer bedeckt und geschützt, haben sie sich länger erhalten müssen. Dies ist zum Theil die Ursache des Vorkommens der zahlreichen Niederlagen von Steinkohlen, die man in den Thal-Gründen findet. Uebrigens ist es wahrscheinlich, daſs diese Thatsache auch eine Folge von der Entstehung der Kohlen-Formation ist: gewiſs ist selbige eine allgemeine Formation, denn sie stellt sich überall mit denselben Kennzeichen dar, und diese Kennzeichen sind sehr zerschnitten; allein sie kann nur in wenig hohen Orten und mit Hülfe der Trümmer benachbarter Gebirge entstanden seyn; wenigstens wird man veranlaſst werden, solches zu denken, wenn man die an selbigen immer Theil habenden Breccien und Sandsteine siehet. Hr. Bonnard giebt den, sich in diesem Falle befindenden, Formationen den Namen *begränzte* (circonscrites).

Vierte Abtheilung. Von der Vereinigung oder Auflagerung der Formationen.

(Parallelismus, Gestalt und Lage der Schichten).

Die Betrachtungen, welche sich auf die Umstände der Vereinigung der Formationen beziehen, der Vereinigung, woraus die mineralische Rinde der Erdkugel hervorgeht, beschränken sich auf die Bestimmung der Lagerungs-Verhältnisse einer Formation zu derjenigen, welche unmittelbar darunter liegt, und ihr also zur Unterlage dient.

Umstände der Auflagerung der Schichten.

§. 126. Um zu zeigen, in was diese Verhältnisse bestehen, und um davon einen genauen Begriff zu geben, wollen wir, nach Werners Grundsätzen, den Haupt-Umständen der Entstehung, oder vielmehr der Niederlage der Formationen und ihrer Schichten folgen.

Als die uns bekannten Formationen anfingen, sich abzusetzen, so stellte der schon vorhandene und mit der Auflösung, woraus sie sich niederschlugen, umgebene Theil der Erdkugel sehr wahrscheinlich auf seiner Oberfläche Unebenheiten, Erhöhungen und Niederungen dar. Jeder Niederschlag, der sich absetzte, war eine Lage, oder eine Schicht, welche, indem sie sich über den schon vorhandenen Boden ergoſs, und allen seinen Krümmungen folgte, die Erhöhungen und Vertiefungen ohne Unterschied umschloſs, und also einen *Wechsel von Erhabenheiten, Ebenen* und *Hohlungen* darstellte: da nun alle jene Schichten und Lagen, ohne Rücksicht auf die Ausbauchungen oder Verbrechungen, die sie an einigen Theilen haben konnten, also über einander gelagert waren, so waren die *Schichtungs-Klüfte parallel*, und die Oberfläche der obern Schicht oder Lage ebenfalls mit der Schichtung parallel.

Nun wollen wir annehmen, daſs die Auflösung ihre Beschaffenheit ändere: so wird eine neue Formation entstehen; ihre Auflagerungs-Fläche wird die Oberfläche der zuletzt gebildeten Schicht, und folglich, die Auflagerungs-Fläche der neuen Formation mit der Schichtung der unmittelbar darunterliegenden Formation parallel seyn. Ferner, da jede Lage oder Schicht, als die ganze Erdkugel umgebend, angenommen werden kann, so wird sie keinen Abschnitt oder Gränze haben. Jetzt wollen wir voraussetzen, die Auflösung sey so niedrig geworden, daſs eine Bergspitze sich merklich darüber befunden habe. Von diesem Augenblick an werden die Lagen und Schichten, welche ihre Bildung fortsetzen, nicht mehr die ganze Erdkugel umgeben: jede wird einen Abschnitt haben, welcher im Niveau der Auflösung die sich über selbige erhebende Spitze umgeben wird; und er wird gleich *einem Mantel* um den Berg

gelegt seyn, welcher folglich das Ansehen haben wird, als hätte er die Schichten durchbrochen, um sein Haupt über selbige zu erheben. Wenn die Auflösung fortfährt, stufenweise niedriger zu werden, indem sie immer Niederschläge bildet, so wird man mehrere eben so, wie die erste, auf einander liegende Schichten haben; allein ihr Abschnitt wird nach und nach niedriger, je jünger ihre Formation ist.

Nehmen wir ferner an, dafs, sobald die Auflösung bis zu einem gewissen Niveau fiel, der Niederschlag aufgehalten wurde; dafs schon entstandene Formationen eine grofse Abnahme erleiden, und diese Abnahme auf einem Puncte stärker, als auf einem andern sey, wie solches fast immer geschehen mufs, sobald die Oberfläche der letztern Formation ihren Parallelismus mit ihrer eigenen Schichtung verliert; und wenn auf dieser Oberfläche sich eine neue Formation absetzte, so wird ihre, mit der Oberfläche der frühern Formation immer parallele Schichtung nicht parallel mit der Schichtung dieser Formation seyn.

Dies ist in gedrängter Kürze die ganze Theorie von Werner über die Schichtung und Lagerung der Schichten. Wir wollen sehen, wie sie den Thatsachen, so wie die Natur uns selbige darstellt, entspricht.

Ich bemerke hier, dafs, da wir jetzt weiter kein Mittel haben, uns zu versichern, dafs die jetzige Gränze (la tranche, Abschnitt) der Schichten, die wir sehen, die ursprüngliche Gränze ist, jede Untersuchung über das gegenseitige Niveau der Abschnitte beynahe ohne Zweck seyn würde.

Die Bestimmung der Verhältnisse der Lage einer Formation, in Rücksicht der darunter liegenden Formation, beschränkt sich also auf die vergleichende Prüfung des Parallelismus ihrer gegenseitigen Schichtung, und auf die Gestalt und Lage der Schichten von der darüber befindlichen Formation, in Bezug auf die Gestalt und Lage der Fläche, auf welcher sie ruhet. Wir wollen nun von diesen beyden Gegenständen und den davon abzuleitenden Schlüssen handeln.

α) Von dem Parallelismus zwischen der Schichtung zweyer auf einander folgenden Formationen.

Bestimmung des Parallelismus.

§. 127. Wir haben so eben gesehen, daſs in einer Formation die Fugen zwischen ihren verschiedenen Schichten, so wie die Schichtungs-Klüfte von jeder derselben parallel und sie es folglich auch mit der Auflagerungs-Fläche der Formation wären. Ich habe zahlreiche Beyspiele dieses Parallelismus gesehen, und keine Thatsache bemerkt, welche entgegen wäre: dies würde der Fall seyn, wenn eine immer noch in ihrer ursprünglichen Lage befindliche Gebirgs-Masse eine gegen die Fläche, auf welcher sie ruhet, senkrechte oder schiefe Schichtung hätte.

Wenn solche Thatsachen bestehen, so sind sie noch nicht mit solchen nähern Umständen zu meiner Kenntniſs gekommen, daſs sie geeignet wären, sie auſser Zweifel zu setzen. Wenn man daher bestimmen will, ob die Schichtung einer Formation mit der Schichtung der darunter liegenden Formation parallel ist, so reicht es hin, zu bestätigen, ob letztere mit der Absonderungs-Fläche zwischen beyden Formationen parallel ist oder nicht.

Eine solche Bestimmung, welche im Allgemeinen ziemlich schwer ist, muſs mit viel Sorgfalt gemacht werden. Es reicht nicht hin, eine Fuge oder Kluft von der Seite zu besehen, man muſs sie auch im Profil beobachten: nur durch Beobachtung zweyer auf einer Ebene sich kreuzenden Linien kann man ihre Lage bestimmen.

Ferner kann der Parallelismus zwischen den Schichtungs- und Auflagerungs-Klüften wegen der Ausbauchungen und Verbrechungen (Auskeilungen, etranglements) welche die Schichten sehr oft darstellen, nur in seinem Ganzen und nicht einzeln beurtheilt werden. Es ist also eine grofse Anzahl von Beobachtungen und auf ansehnlich von einander entfernten Puncten nöthig, um zu einem bestimmten Schlufs zu gelangen.

Folgerungen in Bezug auf den Unterschied, oder die Gleichförmigkeit der Formationen.

§. 128. Wenn die Schichtung zweyer Formationen nicht parallel ist, so ist dies ein Beweis, (§. 126) dafs die untere Formation schon Beschädigungen oder Zerrüttungen erlitten hatte, als die darüber befindliche sich absetzte; folglich ein ansehnlicher Zeitraum zwischen den beyden Absätzen verstrichen ist, und die beyden Formationen gut unterschieden sind.

Wenn man, zum Beyspiel, in Flandern zwischen Mons und Valenciennes, die Schichten der grofsen Kohlen-Formation in die Form eines ungeheuren ∾ gebogen und wieder gebogen siehet, und man darüber ein System von ziemlich horizontal verbreiteten Kalk- und Thonschichten findet, so schliefst man ohne Anstand, dafs letztere eine ganz besondere Formation ausmachen, und die erstere ganz abgelagert und zerrüttet war, als die zweyte sich erzeugte.

Eben so, wenn wir einen Mangel an deutlichen Parallelismus zwischen der Schichtung zweyer auf einander folgenden Schichten finden, schliefsen wir

mit Sicherheit, dafs sie zu zwey wesentlich verschiedenen Formationen gehören.

Umgekehrt, wenn zwey auf einander liegende Formationen eine parallele Schichtung darstellen, so folgern wir daraus, dafs weder Beschädigung, noch ansehnliche Zerrüttung zwischen den beyden Epochen, die ohne merkliche Unterbrechung auf einander gefolgt sind, vorgegangen ist. Die beyden Formationen können sodann das Product einer und derselben Auflösung, oder einerley Ursache seyn, welche blos nach und nach ihre Beschaffenheit geändert hat: in diesem Falle wird es bisweilen schwer seyn, die Gränzlinie zwischen ihnen zu ziehen; und einige Geologen werden sie als zu einer und derselben Formation gehörig ansehen: welches bey den auf einanderfolgenden Formationen von Granit, Gneis, Glimmerschiefer und Thonschiefer Statt findet.

In Rücksicht auf die Beschädigung des Bodens.

§. 129. Wenn nach denselben Grundsätzen wir in einer Gegend sehen, dafs die Oberfläche des Bodens in keinem Verhältnifs von Parallelismus mit der Schichtung ist, so können wir daraus schliefsen, dafs selbige grofse Beschädigungen oder Veränderungen seit der Formation des Bodens erlitten hat. Wenn, umgekehrt, die Schichtung beynahe parallel mit jener Oberfläche ist, so kann man vermuthen, dafs der Boden jetzt beynahe dieselbe Gestaltung, als bey seiner ursprünglichen Bildung habe: die Steinkohlen-Kessel (bassins) stellen ziemlich oft Beyspiele von diesem Falle dar, jedoch immer ohne Rücksicht auf das aufgeschwemmte Gebirge, welches die festen Schichten bedecken kann.

In Rücksicht auf das Alter der Schichten.

§. 130. Die Betrachtung des Parallelismus, und im Allgemeinen der Richtung (des Streichens) der Schichten führt uns häufig auf die Bestimmung ihres relativen Alters: man gehet von dem Grundsatze, oder vielmehr von dem allgemeinen Grundsatze aus: daſs *jede Gebirgs - Schicht, in ihrer ursprünglichen Lage, immer von einer jüngern Formation ist, als die Schicht, auf welcher sie aufgelagert ist.*

Relatives Alter der Gebirgs - Gipfel.

Wir wollen mit Hülfe dieses Grundsatzes das Alter der Gipfel in Bezug auf die Gesteine, welche den Haupttheil desselben Gebirges ausmachen, oder vielmehr, welche sich auf seinen Gehängen (flanco) befinden, zu bestimmen versuchen.

Die Gipfel, welche von einer andern mineralischen Beschaffenheit, als das Gebirge sind, können von einer spätern, frühern oder gleichzeitigen Formation seyn.

Der Gipfel wird von späterer Formation seyn, wenn seine Schichtung nicht parallel mit der Schichtung des Haupttheiles des Gebirges, und folglich, wenn die Auflagerungs-Fläche diese letztere Schichtung schneidet, und auf der Gränze (dem Abschnitt) der Lagen ruhet. Man sehe Fig. 1.

Werner unterscheidet in Ansehung einer solchen Auflagerung zwey Fälle:

1) wenn der obere Abschnitt, oder die obere Gränze der Schichten oder Lagen um so niedriger wird, je jünger selbige sind, (*abweichende Lagerung mit abfallendem Niveau*, welchen Ausdruck Hr. de Bonnard durch gisement différent à niveau decroissant giebt);

2) wenn dis Gränzen höher werden, je jünger die Schichten sind (*übergreifende Lagerung* oder mit Hrn. de Bonnard, gissement transgressif). Wir haben (§. 126) den Grund angegeben, aus welchem wir die Niveau-Unterschiede der Gränzen nicht in Betrachtung zogen, und, um auszudrücken, daſs eine Formation mit abweichender (nicht paralleler) Lagerung, auf einer andern ruhet, werden wir blos sagen, daſs sie auf dem Abschnitt der Schichten von der darunter befindlichen Formation ruhet.

Ein Gipfel würde von früherer Formation seyn, wenn, auf jedem der einander entgegengesetzten Abfälle des Gebirges, die Schichtung daselbst in der Richtung ihres Gehänges läge; nach Norden auf dem nördlichen; nach Süden, auf dem südlichen Abfalle u. s. w. Fig. 2.

Endlich kann es geschehen, daſs ein Gipfel von gleichzeitiger Bildung ist, oder um genauer zu sprechen, daſs er älter, als die Schichten des einen Abfalles und jünger, als die des andern ist. Dieser Fall stellt sich in der Natur oft dar: zum Beyspiel, in einem, aus sehr einfallenden Schichten bestehenden Glimmerschiefer-Gebirge, welches ein groſses Quarzlager enthielte, welcher, da er mehr, als der Schiefer den zerstörenden Kräften der Gesteine widerstund, als ein Vorsprung verblieb; er würde jünger, als die ihm zur Grundlage dienenden Schichten oder Lagen, und älter als die seines Daches seyn. Fig. 3. Man muſs bey einer Bestimmung von letzterer Art sich versichern, daſs der Gipfel zu einer Schicht des Gebirges und nicht zu einem, in selbigen etwa enthaltenen, Gange gehört. Fig. 4.

Wir bemerken, daſs in eben erwähnten letztem Falle die Schichtung des Gebirges mit einer

einzigen Fläche parallel ist, und sie in dem zweyten, von allen Seiten nach dem Gipfel hin, zusammenläuft. Wir bemerken auch, dafs wenn man einen Berg besteigt, man immer ältere Schichten findet, wenn die Schichtung in der Richtung des Abfalles liegt, auf welchem man hinaufsteigt; jüngere hingegen, wenn die Schichtung gegen das Innere des Berges einfällt: ein bloſser Blick auf Fig. 5. wird hinreichen, um sich davon zu überzeugen.

Es ist fast überflüssig, zu erwähnen, dafs wir bey allem, was so eben gesagt worden, vorausgesetzt haben, dafs die Schichten in ihrer ursprünglichen Lage waren: und der Beobachter soll sich immer erst versichern, dafs es wirklich so ist, ehe er zu einer Bestimmung über das relative Alter der Schichten verschreitet.

b) Von der Form und Lage der Schichten.

Werners Lehre.

§. 131. Indem sich eine Schicht auf einen schon festen Boden absetzte, ergoſs sie sich über selbigen; sie hat so wohl die Erhöhungen als Vertiefungen desselben bedeckt; daher rühren, nach Werner, die verschiedenen Umstände ihrer Form und Lage.

Wir wollen einen Blick auf die verschiedenen Formen der Schichten und auf die Benennungen richten, durch welche dieser Professor sie unterscheidet.

1) Wenn eine Schicht einen schon früher dagewesenen Berg ganz bedeckt, so wird sich selbige

darauf in Form eines *Buckels* oder *Gewölbes* abgelagert haben (*buckelförmig gelagert*).

2) Wenn durch die Wirkung der ersten Formationen, oder einer spätern Wegschwemmung, der Gipfel des Berges sich drüber erhebt, so wird die Schicht gleichsam ein *Mantel* seyn, welcher den Hauptheil des Berges bedeckt. (*mantelförmig gelagert*) Fig. 6.

3) Wenn das Gebirge einen hervorspringenden Kamm, einen langen Eselsrücken darstellt, so wird die Form der Schicht einem langen *Sattel* ähnlich seyn (*sattelförmig*).

4) Sie wird einer *Mulde* oder einem *Schiffsboden* ähnlich seyn (*muldenförmig*) Fig. 7. wenn das Gebirge, worauf die Ablagerung geschehen, ein Bassin oder ein Thal war; bisweilen wird es nur die Hälfte dieser Form darstellen (*halbmuldenförmig*) Fig. 8.

5) Endlich, wenn die Ablagerung auf einer sehr geneigten Fläche geschehen ist, kann sie dieselbe Lage annehmen, und einer ihrer Theile, welcher nach der Zerstörung der benachbarten Theile daselbst verblieben wäre, würde da gleichsam wie ein Schild seyn (*schildförmig angelagert*) Fig. 9.

Werner, welcher sodann nach seinen Grundsätzen den Umständen der Lage der Schichten in einer Gebirgs - Kette Genugthuung geben wollte, würde zum Beyspiel sagen: Da, wo sie bestehet, gab es vielleicht ursprünglich einen jener langen Granit - Kämme oder Vorsprünge, wovon wir so eben gesprochen haben; dieser wird nach und nach und zu verschiedenen Zeiten mit Schichten von Gneis, Thonschiefer, Kalkstein, Sandstein u. s. w.

bedeckt worden seyn, welche die Form desselben angenommen haben; nachherige Ursachen können sodann einen Theil dieser Schichten in einigen Gegenden zerstört, daselbst die ältern Schichten entblöfst haben; und endlich wird eine solche Kette entstanden seyn, die so wie die meisten derer ist, die wir jetzt sehen.

Diese Art, sich die Formation der Gebirgs-Ketten vorzustellen, entspricht wirklich mehrern Umständen, die selbige zeigen: wie, zum Beyspiel, der symmetrischen Anordnung der Gebirgs-Formationen auf jedem Abfall, welche man bemerkte, oder glaubte in einigen Gegenden bemerkt zu haben; des Parallelismus, den man zwischen dem Streichen der Schichten und der Ketten beobachtet hat; des Parallelismus, welcher bisweilen zwischen dem Hange der Lagen und den Abfällen u. s. w. besteht. Allein mehrere dieser Thatsachen sind nur besondere und ziemlich seltene Fälle; und das Ganze der Beobachtungen über die Form und Lage der Schichten, erlaubt nicht, diese Art allgemein anzunehmen, die verschiedenen Umstände derselben zu erklären.

Wir wollen nun untersuchen, was sie in ihrer ganzen Wirklichkeit sind. Da die Lage der Schichten aus ihrem Streichen und Fallen zusammengesetzt ist, so werden wir hier, von der Form, dem Streichen und dem Fallen der Schichten handeln.

Form der Schichten.

§. 132. In den letzten Flötzgebirgen sind die Schichten im Allgemeinen flach und in einer horizontalen oder wenig davon abweichenden Lage. Uebrigens stellen sie keine Thatsache dar, welcher man nicht Genugthuung gäbe, wenn man sie der

Form zuschreibt, welche das Gebirge schon hatte, auf welchem sie sich ablagerten.

In den Urgebirgen sind sie auch meistens von ziemlich flacher Form, obschon einige, besonders in den Glimmerschiefern, übrigens sehr verbrochen sind. Sie fallen stark ein: dieses Fallen wird der Gegenstand fernerer Betrachtungen seyn.

Zwischen diesen beyden Extremen, und folglich in den ältesten Flötzgebirgen, in den Formationen des Alpen-Kalksteins, des Iura-Kalksteins, der Steinkohle, des ältern Sandsteins u. s. w. zeigen sie sich auf vielerley Arten gefaltet und verworfen. Zum Beyspiel, in den Kalkgebirgen findet man auf horizontalen Lagen, in Form eines C gekrümmte oder gebogene Schichten: bisweilen ist der Zusammenhang ihrer Krümmung nicht aufgelöſst; allein manchmal sind sie in der Biegung gebrochen; oft auch siehet man hinter der Erhabenheit eine von dem obern Theile der von dem Mittelpuncte der Krümmung entferntesten Lagen; dieser Theil ist, indem er sich wieder bog, zerbrochen und von dem untern Theile abgelöſst worden: die mineralogischen Beschreibungen der Kalkstein-Gegenden enthalten eine groſse Anzahl von Beyspielen dieser Thatsachen. Uebrigens hat man doppelt gekrümmte und in Form eines S gebogene Schichten: Saussure hat im Nant. d' Arpenaz in dem Faucigny eine dergleichen Gruppe gemessen, welche gegen dreyhundert Metres Höhe hatte. In andern Kalkgebirgen, zum Beyspiel, in den bey Musculdi in Nieder-Navarra habe ich sie in Form eines Dachsparren gebogen gesehen. Die Schichten der Steinkohlengebirge stellen noch auſserordentlichere Biegungen sowohl wegen ihrer Form, als ih-

rer Menge und ihrer grofsen Verbreitung dar: man siehet davon mehrere Beyspiele auf den Kupfertafeln des Atlafses de la Richesse minérale (des Mineral-Reichthums). Ich habe eine ausführliche Beschreibung von denjenigen gegeben, welche man in den Gruben von Anzin bey Valenciennes [1]) findet: ich beschränke mich, hier zu erwähnen, dafs ungeheure Zusammenhäufungen von Steinkohlen-Sandstein- und Thonschiefer-Schichten, daselbst in Form eines Ƨ gefaltet sind, welche oft mehr als fünfhundert Metres lang sind, sich in einer Entfernung von mehr als 10 Meilen (lieues) und in einer unbekannten Tiefe wiederholen und fortsetzen.

Gewifs rühren diese krummen Formen keinesweges von der Gestalt des Bodens her, auf welchem die Ablagerung geschehen ist; sie sind offenbar die Wirkung einer mechanischen Ursache, so wie einer starken Zusammendrückung oder eines Stofses, welcher nach der Ablagerung, allein unmittelbar nachher und ehe die Materie ganz fest wurde, erfolgte: denn, als ich die Schichten in der Biegung beobachtete, habe ich sie oft gut abgerundet und ohne Bruch gesehen; nun aber kann eine Steinkohlen-Schicht nur zu der Zeit, als sie noch weich war, also gebogen worden seyn.

Streichen der Schichten.

§. 133. Die verbrochene Form der Schichten mufs nothwendig auch Abweichungen in ihrem Streichen hervorbringen; allein dies ist nur wenig in den Einzelheiten der Fall: denn sonst ist ihr Haupt-

1) Iournal des mines tom. 18.

Streichen, selbst in den eben erwähnten Kohlengebirgen, von einer sehr bemerkenswerthen Regelmäſsigkeit. Die Beobachtung der Geognosten sind in dieser Hinsicht beynahe übereinstimmend.

Die erste Beobachtung ist sowohl wegen ihrer Angabe, als ihres Umfanges und die umständliche Art, womit sie gemacht und bekannt worden, diejenige, durch welche Hr. Palassou uns berichtet hat, daſs in den Pyrenäen alle Schichten, ohngeachtet des Unterschiedes in ihrer Beschaffenheit und in ihrem Fallen, von West-Nord-West nach Ost-Süd-Ost strichen, welches Streichen auch das der Kette ist [1]). Dietrich, la Peyrouse, Ramond, Charpentier, haben die Richtigkeit dieser Thatsache anerkannt; und seit den 8 Iahren, die ich diese Gebirge durchwandere, bin ich davon täglich überrascht worden. In den Schweizer-Alpen haben Saussure, Escher, Gruner, Ebel alle gefunden, daſs die Haupt-Fläche der Schichten von West-Süd-West nach Ost-Nord-Ost gerichtet und also mit dem Streichen der Kette parallel war: dann sogar, als Saussure, welcher in eine fast vollkommene Zweifelsucht verfiel, nichts beständiges weiter, als ihre Abweichung sahe, beschloſs sein Werk mit den Worten: „Man wird jedoch bemerken, daſs im Allgemeinen die Flächen der Schichten dem Streichen der verlängerten Gebirgsrücken folgen.“ (Sauss. §. 2302).

Ich habe dieselbe Thatsache durch eine Menge umständlicher Beobachtungen an der südlichen Gränze der groſsen Alpen, im nördlichen Piemont bestätigt gefunden. Uebrigens muſs

1) Essai sur la minéralogie des Monts-Pyrénées, 1781.

man sich wohl erinnern, dafs nur von dem Haupt-Streichen die Rede ist, denn übrigens stellen sich an vielen Orten partielle Richtungen dar, welche von jener mehr oder weniger abweichen: so streichen die Schichten in der Grube bey Ussel in den piemontesischen Alpen nach Ost, und in der Grube bey Planaval nach Nord-Nord-Ost.

In der kleinen *Gebirgs-Kette* bey Arré in Bretagne habe ich denselben Parallelismus zwischen dem Streichen der Schichten und der Kette bemerkt; beyde sind nach Ost-Nord-Ost. In dem Erzgebirge und Riesengebirge haben die Hrn. von Buch, Raumer, Ström [1]) u. s. w. dieselbe Thatsache und dasselbe Streichen beobachtet. In dem Iura ist das Streichen der Schichten sowohl als der Kette nach Nord-Nord-Ost. Es scheint, dafs selbiges in den Gebirgen Norwegens nach Norden u. s. w. ist. Mit einem Wort, alle diese Thatsachen stellen fast den Grundsatz fest: *dafs das Streichen der Schichten mit dem Streichen der Ketten parallel ist.*

Allein würde es hier nicht noch eine allgemeinere Regel, besonders für die Urgebirge, geben? Beobachtungen in den Alpen, in den Gegenden von Genua, am Fichtelberge, in der Cordillère von Venezuela, u. s. w. verleiteten Hrn. von Humboldt vor mehrern Iahren als eine ziemlich allgemeine Thatsache anzusehen, dafs das Haupt-Streichen der Schichtung einen Winkel von ohngefähr 52° mit dem Meridian machte. Ob sich nun schon Ausnahmen zeigen, wie, zum Beispiel, eine solche Hr. von Humboldt selbst im Mexicanischen bestä-

1) Leonhard's Taschenbuch u. s. w. 1814.

tigt hat, wo das Haupt-Streichen von West-Nord-West nach Ost-Süd-Ost wie in den Pyrenäen ist, so ist doch nicht weniger wahr, dafs diese Thatsache die Aufmerksamkeit der Naturforscher verdient, und indem man das Ganze der, in Frankreich, der Schweitz und Deutschland, über die Urgebirge gemachten Beobachtungen prüft, so wird man geneigt, ein ziemlich allgemeines Streichen von West-Süd-West nach Ost-Nord-Ost anzunehmen. Dieses Streichen ist auch das des grofsen im nördlichen Frankreich befindlichen und sich ins Belgische erstreckenden Steinkohlen-Lagers. Diese Betrachtungen führen uns sehr natürlich darauf: das Streichen der Schichten einer allgemeinen Ursache zuzuschreiben, welche von ihrer Formation selbst abhing, und welche bis zu einem gewissen Puncte von den Unebenheiten der Erd-Oberfläche, wenigstens was die einzelnen Umstände dieser Unebenheiten betrift, unabhängig ist.

Das Fallen (Neigung) der Schichten.

§. 154. Die Betrachtungen über das Fallen der Schichten führen uns zu demselben Resultate.

In den selbst ältern Flötzgebirgen könnte dieses Fallen wohl in einigem Verhältnisse mit der Form des Bodens seyn. So sahe Saussure, als er das Ganze seiner Beobachtungen über den Iura zusammenstellte, daselbst die Schichten auf einem Abfalle in die Höhe steigen, sich nach dem Ioche hin krümmen, und, der Neigung des andern Abfalles beynahe folgend, wieder hinab steigen.

Die Steinkohlen-Schichten folgen, nach Hr. Duhamel, den Gesetzen des Fallens, das ihnen der

Ur-Boden, über welchen sie sich ergossen haben, vorschreibt.

Allein anders ist es in den Urgebirgen: obschon da die Schichten alle Arten von Veränderungen darstellen und man selbige ziemlich oft söhlig oder fast söhlig siehet, so nähern sie sich doch viel öfterer der senkrechten (seigern) Lage: meine Beobachtungen in den Alpen bringen das mittlere Fallen zwischen 50 und 70°.

Diese starke Neigung ist nicht allein den Gebirgsländern eigen, sie findet sich auch in den Niederungen und bis in die Ebenen wieder. Man kann sich davon überzeugen, wenn man die das Meer begränzenden Urgebirge untersucht, und auf dem vom Harz bis in die Ardennen sich erstreckenden Grauwackenschiefer-Gebirge wandert.

Da das Haupt-Streichen der Schichten von Ost nach West (von O. N. O. nach W. S. W.) gehet, so wird das Fallen nach Norden oder Süden (N. N. W. oder S. S O.) seyn.

Man hat in Europa und besonders in den Alpen bemerkt, dafs das Fallen häufiger nach letzterwähnten Puncte des Horizonts, aber ohne Parallelismus mit der Neigung der Abfälle war; sie würde sogar mehr in umgekehrter Richtung gegen diese Neigung seyn: so sahe Hr. von Buch, indem er längs der Küsten Norwegens hinging, die Schichten stets nach dem festen Lande und die hohen Gebirge einfallen; so fallen auf dem nördlichen Abfall der Schweitzer-Alpen die Schichten fast immer nach Mittag ein. Auf dem andern Abfall fallen sie bisweilen nach Norden ein; und es geschiehet ziemlich oft, dafs der Uebergang einer

dieser Abhänge in dem andern Stufenweise geschiehet, so daſs ihr Ganzes die Gestalt eines offnen Fächers darstellt, dessen Rippen sich auf beyden Seiten Stufenweise erheben, bis sie, nach dem Ioche hin, senkrecht werden: so würde der Quer-Schnitt der Kette, im Süden des Chamouni-Thales, nach Saussure, der der groſsen Alpen, am St. Gotthardt, nach Hrn. Escher [1]), der des Mont-Perdu, in den Pyrenäen, nach Hrn. Ramond [2]) u. s. w. seyn. Man sehe Fig. 10.

Beobachtungen über die Ursache der Neigung der Schichten.

§. 135. Was ist nun die Ursache, welche den Gebirgs-Schichten jene groſse Neigung geben konnte? Sind sie so durch eine Wirkung des Hanges der Grundfläche, auf welche sie sich abgelagert haben, gebildet worden, wie Werner, Palassou u. s. w. dachten? oder haben sie vielmehr diese Lage, in Folge eines nach ihrem Festseyn eingetretenen Umsturzes, angenommen? Dies sind Fragen, welche die Geologen theilen, und bey welchen wir uns einen Augenblick aufhalten wollen.

Formation der geneigten (einfallenden) Schichten.

Daſs Schichten von crystallinischer Beschaffenheit, und welche nicht bloſse Ablagerungen sind, sich in einer sehr geneigten und sogar senkrechten

1) Alpina 1. Band.

2) Iournal des mines tom. 14.

Lage bilden können, ist unwiderlegbar. Iedermann weiſs, daſs eine salzige Substanz sich eben so ohne Unterschied auf den Seitenwänden, als den Boden eines Crystall-Gefäſses, niederschlägt, und die Crystalle, welche sich auf die senkrecht in die Auflösung gestellten Gitter absetzen, sind sogar die schönsten. Allein um unsere Beyspiele aus der Natur zu nehmen, erinnern wir, daſs man, in den ganz senkrechten Gängen, die beyden Seitenwände mit Schichten von Quarz, geschwefelten Bley u. s. w. bekleidet siehet, während die Mitte leer bleibt. Die Klappersteine der mandelsteinartigen Gebirgsarten, wovon wir (§. 105) gesprochen haben, und welche aus sphäroidischen Schichten von Kalzedon, Quarz u. s. w. von gleicher Dicke zusammengesetzt sind, beweiſsen die Gleichgültigkeit, mit welcher ein Niederschlag auf einer geneigten und einer horizontalen Fläche erfolgt: er geschiehet so gar auch eben so gut von unten nach oben, als von oben nach unten; indem die Crystallisations-Kraft der Schwere unendlich überlegen und diese auf jene keinen Einfluſs hat. Ich habe ein auffallendes Beyspiel dieser Thatsache in den aus dem Grunde des Schlosses Luxemburg zu Paris herausgezogenen Wasserleitungsröhren gesehen; das mit kohlensaurem Kalke geschwängerte Wasser hatte diese Röhren in den ganzen Umkreise mit einer gleichen, ohngefähr einen Zoll dicken, Kruste bekleidet. Saussure nahm die Möglichkeit dieser Bildungs-Weise nicht allein für die äuſserst crystallinischen Schichten der Urgebirge, sondern auch für die durch eine unvollkommene Crystallisation hervorgebrachten, so wie die des Iura sind, an. Da die Gesteine, sagt er, durch eine Crystallisation entstanden, so muſs man sich gar nicht wundern, ihre Schichten senk-

recht auf dem Horizont zu sehen. (Sauss. §§. 239. 340.)

Umkehrung oder Umsturz der Schichten.

Allein sind die Schichten wirklich in der geneigten Lage, die sie jetzt haben und in Folge der Neigung ihrer Grundfläche gebildet worden? Hätte man zum Beispiel nur einige Gneis-Schichten, die auf einem sehr einfallenden Granit ruheten, so könnte man solches ohne Bedenken annehmen.

Allein, wenn man sie auf einer grofsen Gebirgs-Fläche fast senkrecht findet, wenn man in einem Raume von 50 Meilen von Hannover bis in die Ardennen fast immer auf der Gränze (dem Ausgehenden) des Grauwackenschiefers gehet, so ist es schwer, dieselbe Ursache anzunehmen.

Wenn man mitten in diesem Schiefer Stücke von Thonschiefer von flacher Form findet, die ihre Fläche mit der Fläche der Lage (strate), die sie enthalten, parallel haben, und folglich auf die schmale Seite gesetzt sind, weil die Lage fast senkrecht ist, und ich habe die Thatsache gesehen; so ist dann klar, dafs diese Lage und diejenigen, zwischen welchen sie begriffen ist, horizontal gebildet worden, und dafs eine fremde Ursache sie in ihre jetzige Stellung gebracht hat. Saussure ist beim Anblick der, seitdem unter den Geognosten so berühmt gewordenen, Puddingsteine von Vallorsine zu demselben Schlufse genöthigt worden: sie bestehen ebenfalls in einem Grauwackenschiefer, der fast senkrechte Lagen hat, und Bruchstücke von sechs bis sieben Zoll haltenden Gneis und Glimmerschiefer enthält. Bey diesem Anblick konnte sich Saussure der Aeufserung nicht erwehren, „dafs Theil-

„chen von äufserster Zartheit, die in einer Flüssig„keit schweben, sich zusammenfügen und senkrechte „Schichten bilden können, welches wir sehr wohl „einsehen..... Allein dafs ein völlig ausgebildeter „Stein, von der Gröfse eines Kopfes, sich in der „Mitte einer senkrechten Wand aufgehalten und da „gewartet habe, bis die kleinen Theilchen des Stei„nes ihn umhüllten, ihn zusammen *lötheten* und „in dieser Stelle fest hielten, dies ist eine ungereim„te und unmögliche Annahme. Man mufs also „als eine erwiesene Sache ansehen, dafs jene Pud„dingsteine in einer horizontalen oder beinahe „in einer solchen Lage gebildet und sodann nach „ihrer Verhärtung umgekehrt worden.“ Solche Beweifse von Erhebungen und Umstürzungen sind in den Steinkohlen-Gebirgen sehr gewöhnlich.

Welche Ursache hat sie nun hervorgebracht, und einen so grofsen Theil der Alpen, der Pyrenäen, und vielleicht unserer festen Lande, erhoben? Es werden nicht die von Deluc eingebildeten Schauckel-Bewegungen seyn, welche, zur Zeit der grofsen Senkungen, ein Ende der Schichten aufgerichtet und das andere sinken gelassen haben würden (§. 91): man würde nicht begreifen können, wie Schiefer-Granit- u. s. w. Schichten, solche zerreibliche Stoffe, indem sie also auf einem Unterstützungspuncte drehend, (nivotant) einen ihrer Ränder tausend Metres über diesen Punct führen konnten. Es werden nicht die unterirdischen Feuer oder im Innern der Erdkugel entbundenen elastischen Flüssigkeiten seyn: solche Kräfte können wohl Schichten versetzen und zerreifsen (§. 94); allein sie werden sie nie so in die Höhe richten, dafs sie sich noch in Form von zusammenhängen-

den Massen, mit parallelen sich in einerley Richtung mehrere Meilen weit und oft mit einer bewundernswerthen Gleichförmigkeit verlängernden Flächen, darstellen. Man irre sich hier nicht: die Unordnung, welche die Urgebirge beym ersten Anblick zeigen, ist nur scheinbar; und die Regelmässigkeit ihrer Structur in den Pyrenäen, den Alpen u. s. w. hat die Bewunderung der Beobachter erregt. [1]) Die bloſse Schwere der Schichten, welche bey ihrer Formation und Anhäufung zu Aufhäufungen, theilweisen Senkungen, Abgleitungen auf den Grundflächen, Abstoſsungen u. s. w. Veranlassung gaben, kann einen Theil ihrer Erhebungen und Verdrehungen erzeugt haben.

Uebrigens hüte ich mich, dieses Gewicht als eine allgemeine Ursache, welche alle Schichten in ihre gegenwärtige Lage gesetzt hat, auszugeben.

Die Beschaffenheit dieser Ursache und die Art, wie sie gewirkt hat, sind sehr wahrscheinlich für immer unserer Kenntniſs verborgen: es erzeugt sich jetzt keine Wirkung dieser Art mehr, das heiſst, keine Veränderung in der Lage der Schichten; und wir können nicht anders als vergleichungsweise urtheilen. Wir beschränken uns, zu bemerken, daſs die Umkehrung, was auch die Ursachen derselben seyn mögen, fast gleichzeitig mit der Bildung der Schichten, und früher als die Ablagerung der Massen ist, die man so oft auf ihrem Abschnitte (ihrer Gränze) siehet.

Ehe wir uns mit diesen Ursachen beschäftigen, wollen wir erst ihre Wirkungen gut kennen zu ler-

1) Ebel und Escher, für die Alpen; Alpina, IV. Band, u. s. w. 304.

nen suchen: alle Umstände der Abtheilung der Gebirgs-Massen in Schichten und Lagen, sowohl als der Stellung dieser Schichten und Lagen, nicht nur in ihrem Ur- sondern auch in ihrem jetzigen Zustande, sind uns bey weitem noch nicht bekannt: und wir sind genöthiget, am Schlusse dieses Inhalts zu sagen, daſs die Bestimmung der Schichtung, ihrer Umstände und Gesetze, noch eine zu lösende Aufgabe, und vielleicht die wichtigste in der Geognosie ist.

Sechstes Capitel.

Von den Veränderungen, welche bey der Formation der Gebirgs-Massen fortschreitend eingetreten sind.

Gegenstand dieses Capitels.

§. 136. Es würde uns nun nichts mehr übrig bleiben, als von der Bildungs-Weise der Gebirgs-Massen und Schichten, der Umstände, welche selbige begleitet haben, und der Modificationen, welche sie von Alter zu Alter erlitten hat; mit einem Wort, es würde uns nichts weiter übrig bleiben, als die Geschichte der Revolutionen zu entwerfen, welche, während der Formation der Mineral-Rinde der Erdkugel, auf derselben Statt fanden.

Allein diese Revolutionen sind von einer Classe, welche nichts Analoges bey den Wirkungen hat, die wir in der Natur entstehen sehen. Der Faden des Schlusses ist zerschnitten, er würde uns nicht mehr führen können: ohne diese Hülfe weiter zu gehen versuchen, hieſse sich in reine Hypo-

thesen verlieren zu wollen, und diese Abhandlung soll nur eine methodische und vernünftige Darstellung der Thatsachen enthalten [1]).

Um jedoch, so viel es uns erlaubt ist, diese Lücke auszufüllen, und zu erkennen zu geben, was die Beobachtung am wahrscheinlichsten und einfachsten anzuzeigen scheint, will ich sehr kurz die Art darstellen, womit Werner die bey der Formation der Gebirgs-Schichten fortschreitend eingetretenen Veränderungen zeigt. Ich betrachte diese Darstellung blos als eine Art zu sehen, und ich werde mich mehr an die Anzeige der Thatsachen, als die genaue Untersuchung und Entwickelung einer Ursache halten, welche übrigens fast ganz über unsere Verstands-Kraft geht. Ich werde blos den verschiedenen Puncten von Werners Lehre einige Betrachtungen beyfügen, welche zwanzigjährige Beobachtungen mir an die Hand gegeben haben.

1) Die drey oder vier folgenden Paragraphen, so wie §§. 84 — 126 und 131 sind beynahe die einzigen in diesem Werke, welche einen Anstrich von geogenischen Systeme an sich tragen; Werner spricht darin: und auch die Folgerungen in diesen Paragraphen, führen auf bestimmte von der angeführten Ursache beynahe unabhängige Thatsachen: Nur der Wunsch, in den Haupttheil dieser Abhandlung nichts einzuschalten, als was zum Verstehen der Thatsachen schlechterdings nöthig war, hat mich verleitet, die Entwickelung der allgemeinen Meinung der Geologen über die Beschaffenheit der Flüssigkeit der mineralischen Massen und Schichten, ohngeachtet des Interesses des Gegenstandes und des großen Grades von Wahrscheinlichkeit dieser Meinung, mit in die Anmerkungen zu bringen. Man sehe die 3te Anmerkung.

Auflösung, welche die Gebirgs-Schichten hervorgebracht hat.

Ihr allmähliges Senken.

§. 137. Alle über die Gebirgs-Massen, die Gestalt der Erde, welche sie zusammensetzen, ihre crystallinische Beschaffenheit, die Ueberreste von organischen, hauptsächlich von Meer-Körpern, die sie enthalten, die Art, wie diese Körper liegen, die Rollsteine, welche den Haupttheil einiger derselben bilden; ihre schichtenweise Lage auf einander u. s. w.; alle diese Umstände zeigen uns an, dafs jene Massen ursprünglich flüssig waren, oder dafs ihre Theile in einer Flüssigkeit schwebten, dafs sie sich in ihrem Schoofse gebildet haben, und eine Reihe nach und nach übereinander gelagerter Niederschläge sind.

Woraus folgt, würde Werner sagen, dafs einstens eine ausgebreitete Auflösung die ganze Erdkugel bedeckt und selbige die höchsten Berge an Höhe überschritten hat: dieser weite Ocean, dieser *chaotische Ocean*, sehr verschieden von unsern jezzigen Meeren, enthielt die Grundstoffe der Urgebirge.

Das älteste seiner Producte, würde Werner fortfahren, das heifst, die Gesteine, auf welchen alle andere ruhen, sind zugleich diejenigen, welche die höchsten Spitzen ausmachen: sie sind es, welche den gröfsern Theil der hervorstehendsten Puncte der Erdkugel, ohne Rücksicht auf die vulcanischen Berge, bilden. Auf ihnen und um ihre Gipfel herum finden wir Gebirgsmassen, welche sich unmittelbar nachher abgelagert haben; sie bedecken die erstern in Gestalt von sehr weit verbreiteten Schichten, und sind nach und nach

wieder, der Reihe nach, von andern Schichten bedeckt. Je nachdem sie jünger sind, befindet sich ihr Ende oder ihre obere Gränze (bord, Rand) in einem tiefern Niveau.

Also, über einer gewissen Höhe findet man blos Granite; ein wenig tiefer hat man den Gneis, noch tiefer siehet man nach und nach den Glimmerschiefer, den Thonschiefer und die andern Urgebirge erscheinen. Die Gebirge von darauf folgender Formation gehen immerfort im fallenden Niveau: die ältesten von selbigen befinden sich jedoch noch in beträchtlichen Höhen, allein die jüngsten, so wie die Kreide- und die Gyps-Gebirge der letztern Formationen nehmen nur die niedrigen Theile der Erd-Oberfläche ein. Endlich kommen die grofsen lockern Gebirge nur in den Ebenen oder in einer geringen Höhe über der Meeresfläche vor. Diese Thatsachen führen uns zu dem Schlufs, dafs die Auflösung, in deren Schoofse sich die verschiedenen Gebirge gebildet haben, nach und nach niedriger wurde, und dafs eine stufenweise Verminderung sie von einer unsere höchsten Berge übertroffenen Höhe so weit zurückgeführt hat, dafs sie nichts mehr, als unsere jetzigen Meere ist.

Werner entwickelt dieses allmählige Sinken der vormaligen Meere oder vielmehr das Sinken ihrer Producte näher, und unterstützt es durch einige Beyspiele: dies ist vielleicht der Punct, den er auf die verführendste Weise darstellt; allein es ist vielleicht der am wenigsten gegründete.

Nicht, indem man die grofsen Gebirgs-Massen in ihrem Ganzen nimmt, findet man wirklich Abstufungen an ihrem gegenseitigen Sinken; das Ganze der Beobachtungen zeigt wohl Granit-Gesteine in einem höhern Niveau, als die Thon-Schiefer: diese haben eine grö-

ſsere Höhe als die Flötzkalk-Gebirge, welche selbst höher als die Sandstein-Gebirge sind. Aber die Muscheln, welche man als gewissermaaſsen einen Bestandtheil des Gesteines ausmachend, antrifft. welches die höchste Spitze der Pyrenäen bildet; aber der Muschelkalkstein, welcher die höchsten Gipfel der rhätischen Alpen; aber die Ueberreste von See-Thieren, welche in Peru in einer Höhe von 4300 Metres gefunden worden; aber die Puddingsteine mit groſsen Strandsteinen, welche in den Alpen hohe Berge bilden, und in dreytausend Metres Höhe beobachtet worden: alle diese Thatsachen werden wohl die Theorie modificiren, wo nicht, umstürzen, woraus Werner das Sinken der Auflösung, in deren Schooſse die Gebirgsmassen gebildet worden, der progressiven Verminderung in dem Niveau dieser Massen folgerte. Uebrigens soll die Betrachtung des Niveau, in welchem man sie findet, nicht weniger ein Gegenstand der Untersuchung für den Geognosten seyn: Hr. von Humboldt hat darauf seine besondere Sorgfalt verwendet; und, wenn die Beobachtungen vervielfältigt seyn werden, wird man wahrscheinlich daraus eine Folgerung ziehen können: man wird doch immer gegen Werner Verbindlichkeit haben, daſs er unsere Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand geführt hat. Uebrigens nahm dieser Gelehrte, wie man nachher sagen wird, Rückkehrungen und schnelle Erhöhungen der Meere mit plötzlichen Rückzügen begleitet, an: und in den zuletzt in Deutschland erschienenen Werken über Geognosie siehet man nach seinen Grundsätzen die verschiedenen Gebirgs-Formationen als das Product von vier groſsen auf einander gefolgten Meeren an. (*Wasserbedeckungen. Leonhard's Propädeutik der Mineralogie*, 1817).

Aenderung in der Beschaffenheit der Auflösung.

§. 138. Die Auflösung hat nach und nach ihre Beschaffenheit geändert. Ihre ersten Niederschläge sind verschieden von denen, welche darauf gefolgt sind, und diese auch verschieden von den letztern.

Im Anfange waren es hauptsächlich Granite; in dem mittlern Alter der Formation der Gebirge sind die Schiefer häufig; und in den letztern Zeiten sind es die Kalksteine, welche herrschen. Die Veränderung in der Beschaffenheit des Niederschlages ist bisweilen ungestüm, aber meistens auf eine allmählige und stufenweise Art geschehen: so waren bey den ersten Formationen die Grundstoffe des Feldspaths die häufigsten; sie haben nachher stufenweise abgenommen, die des Glimmers haben im umgekehrten Verhältnifs zugenommen, und durch eine Wirkung dieser successiven Veränderung hat man die Gneis- Glimmerschiefer- Thonschiefer u. s. w. Gebirge gehabt. Der Kalkstoff, welcher in den ersten Zeiten selten ist, findet sich nachher in gröfserer Menge, und bildet den Grundstoff der letztern Formationen. Die Bittererde macht sich hauptsächlich gegen die Mitte der erstern Epochen merkbar: ein wenig nachher fängt der Kohlenstoff an; und man findet ihn sodann in beträchtlicher Menge in dem mittlern Alter.

Immer weniger crystallinische Formationen.

§. 139. Als die Auflösung die ganze Erdkugel bedeckte und umgab, als sie eine grofse Tiefe hatte, war sie rein und ruhig. Also sind auch ihre ersten Producte ganz crystallinisch; und wenn wir ein Stück Granit betrachten, wenn die Körner oder Crystalle von Feldspath u. s. w., welche ihn zusammensetzen, gut unterschieden sehen, so zeigen uns die Trennung und Lage ihrer integrirenden Theilchen eine langsam und mit Ruhe geschehene Formation an.

Je nachdem das Niveau des Fluidums fiel, scheint die Unruhe (Bewegung) sich immer mehr

vermehrt zu haben. Die Crystallisation ist unregelmäſsig geworden; die Theilchen haben nicht mehr Zeit gehabt, sich so vollkommen, als in den erstern Zeiten, zu trennen oder eben so groſse Crystalle zu bilden: daher jene Granite mit nicht zu unterscheidenden Körnern, welche das Gemenge der Porphyre bilden, jene Glimmerschiefer, in welchen die Quarzkörner und Glimmerschüppchen ihre Gestalt verloren haben, und sich schwer unterscheiden.

Sodann ist keine Trennung mehr geschehen, das crystallinische Ansehen ist verschwunden, und es sind nur dichte Massen hervorgebracht worden, deren Gefüge immer lockerer und deren Durchsichtigkeit immer geringer wurde: die Serpentine, Schiefer und auch der Sandstein bieten Beyspiele dieser Herabsetzungen dar. Endlich, als die Unruhe noch mehr vergröſsert wurde, und der Niederschlag mit Schnelligkeit geschah, waren seine Producte nur undurchsichtige, erdige, wenig harte Massen; mit einem Wort, es waren nur bloſse Ablagerungen.

Die mechanischen Niederschläge nehmen zu.

§. 140. Im Anfange, als die Strömungen und Bewegungen der Meere schwach waren, oder den Boden nicht erreichten, den diese Gewässer bedeckten, erlitt der Grund des Behälters, das heiſst, die schon gebildeten Gesteine, nur wenig Beschädigungen: also konnten ihre Bruchstücke und Trümmer, die nur in sehr kleiner Menge da waren, durch ihre Mischung die erfolgten Formationen nicht ändern und noch weniger besondere dergleichen hervorbringen. Also sind auch in allen erstern Ge-

birgen die Niederschläge rein, gleichartig und crystallinisch; man siehet darin keine oder fast keine Breccie; es können darinn auch keine Sandsteine, Puddingsteine und andere mechanische Niederschläge seyn.

Allein, als das Meer gefallen war, als die feste Erde sich über seinem Niveau zeigte, sodann übten die nun dem Grunde genäherten Strömungen auf selbigen eine stärkere Kraft aus; sie zerstörten Gebirgsmassen in dem Schoofse der Mitte selbst, in welcher sie sich gebildet hatten; sie führten die Trümmer derselben mit fort, zermalmten sie gewissermaasen, welche, sich mit neuen Formationen vermischend, deren Reinheit änderten. Anderer Seits, griffen die atmosphärischen Elemente die feste Erde an, welche sich über die Gewässer erhob; sie erweichten die Oberfläche derselben; sie führten die abgelöfsten Theilchen in die Mitte der Auflösung.

Ferner da die Gebirgsmassen ihre Stütze verlohren, sanken sie und stürzten ein; ihre Trümmer wurden noch ein Raub der atmosphärischen Elemente, welche sie zersetzten, und die Regenwasser führten sie im Schoofs der Auflösung. Diese Stoffe verunreinigten die chemischen Niederschläge immer mehr und endigten damit, daraus gänzlich mechanische zu bilden.

Uns unbekannte Ursachen erzeugten bisweilen heftige Bewegungen in den Meeren: diesen unruhigen Zeiten folgten Zeiten der Ruhe: daher der Wechsel der chemischen und mechanischen Niederschläge, den man seit der Erscheinung dieser letztern bemerkt.

Werners Behauptungen über die progressive Veränderung in der Beschaffenheit der Auflösung, über die immer weniger crystallinische und immer mehr mechanische Beschaffenheit der Niederschläge mit vorrükkendem Alter, sind im Allgemeinen wahr: nur muſs man beständige Schwingungen in dieser Abstufung von Formationen annehmen, und Werner nahm sie an. Ehe die Natur von dem Granit mit groſsen crystallinischen Körnern zu den fast satzartigen Schiefern überging, kam sie sogleich auf einige Zeit zurück; sie hatte schon die Glimmerschiefer und auch Thonschiefer gebildet, als sie wieder einige Granite erzeugte; und nur nach solchen Stockungen ist sie entschieden zu den groſsen schiefrigen Massen übergegangen. Sie hat selbige sodann mit Breccien, Pudding- und Sandsteinen vermengt, und als sie nicht weiter beschäftigt zu seyn schien, als diese *Stückgebirge* anzuhäufen, hat sie doch wieder einige Porphyre hervorgebracht. Bis in die letzten Zeiten bemerkt man ihre Rückkehrungen nach dem vormaligen Zustande der Dinge; so hat sie Quarz-Massen von crystallinischen Ansehen auf Kreide- und Mergel-Schichten und Bänke von Kalkstein auf Lager von Sand oder Gerölle gelegt. Dieser Gang könnte mit dem Gange eines immerwährend schwingenden Pendels und durch bald gröſsere, bald kleinere Schwingungen verglichen werden, während welchen der Aufhängepunct von einem Orte zum andern rückte.

Jedoch weicht die eben erwähnte Epoche und wo man eine so groſse Menge Breccien, Sandsteine, Kohlen u. s. w. entstehen siehet, dergestalt von dem, was vorhergegangen und was darauf gefolgt ist, ab, daſs man versucht werden würde, dabey mehr eine wahre Veränderung in dem Gange der Natur, als eine bloſse Schwingung zu sehen. Sie beweiſst uns eine Zeit der Zerstörung; sie zeigt uns eine heftige und fast plötzliche Wirkung zwischen der ruhigen Formation der Urgebirge und der allgemein ruhigen Formation der groſsen Kalkgebirge an; sie lehrt uns, daſs ein beträchtlicher Theil der Erde schon entblöſst, mit Gewächsen besetzt war, welche sodann in unsern Kohlengebirgen begraben und mit einem neuen Meere bedeckt wurden.

Allmähliges Erscheinen organischer Wesen.

§. 141. Ein großer Theil der Gebirgs-Schichten war schon abgesetzt und fest geworden, als organische Wesen anfingen zu erscheinen, und ihre Ueberreste oder Spuren vermischten sich mit nachherigen Formationen.

Die ersten, welche sich zeigen, gehören Wasser-Pflanzen, Monocotyledonen, großen von unsern sowohl in ihrem Wuchse, als in ihrer Gattung verschiedenen, Schilfen an. Einige Zeit nachher siehet man die einfachsten Thiere, jene Korallen-Polypen erscheinen, welche an den Boden geheftet, da gleichsam nur vegetiren, welche ein Mittelding zwischen den Thieren und Pflanzen sind, und die man folglich *Zoophyten* genannt hat: solche sind unter andern, die Madreporen, die Korallen, die Encrinen u. s. w. Sodann finden wir, in den Gebirgs-Schichten Spuren von Mollusken, Thiere von einem noch einfachern Bau: ihre ersten Spuren, so wie die Orthoceratiten, die Ammoniten u. s. w. beziehen sich auf Wesen, welche kein Verhältniß mit den uns bekannten haben. Gegen das Ende des mittlern Alters der Gebirgs-Formationen fangen einige Fische zu erscheinen an: die Pflanzen vermehren sich; es sind gleichsam ungeheure Bambus-Rohre, Farrenkräuter u. s. w. allein noch von einer andern Gattung, als die jetzt vorhandenen.

Unmittelbar hernach werden die Muscheln zahlreicher; und auch von diesen gleichen die meisten keinesweges denjenigen, welche jetzt in den Meeren leben; es sind Numismalen, Belemniten, besondere Gattungen von Meerigeln, von Gryphiten,

von Terebratulen u. s. w. Die Fische werden mit einigen erstern Amphibien, oder Eyer legenden vierfüssigen Thieren, so wie der Krokodille, Schildkröten, und einigen kriechenden Thieren gefunden: wahrscheinlich waren damals entblöfste Länder da, oder waren da gewesen; allein jene Thiere sind sehr selten und seit langer Zeit findet man nur noch Muscheln in den Gesteinen; sie vermehren sich darin dergestalt, dafs sie die Haupt-Masse derselben bilden.

Je jünger diese Gesteine sind, desto mehr nähern sich die Muscheln, wenigstens in dem Geschlecht, den jetzt lebenden. Gegen das Ende der steinartigen Formationen siehet man Reste von Seekühen, Seekälbern und andern grofsen See-Säugthieren und einige Spuren von Vögeln. In den letzten Formationen finden wir endlich Gerippe von irdischen vierfüssigen Thieren, allein auch diese erstern vierfüssigen Thiere sind nicht so wie die unsrigen: es sind das p a l a e o t h e r i u m, das a n a p l o t h e r i u m, u. s. w. aus den Gipslagern bey Paris. Nur in den erdigen oder lockern Schichten hat man weniger fremde Thiere gefunden: es sind Elephanten, Rhinoceros u. s. w. welche aber noch besondere Unterschiede mit den lebenden Elephanten und Rhinoceros darstellen, und welche, selbst was das Geschlecht betrifft, nur mit den in einem einzigen Erdtheile, der heifsen Zone, analog sind. Nur in den lediglich oberflächlichen Schichten, in den letztern derjenigen, welche die Natur auf die festen Länder lagerte, findet man Reste von Pferden, Ochsen u. s. w. und andern Thieren von einer Gattung, die entschieden der der jetzigen Pferde, Ochsen u. s. w. gleich ist. Der Mensch hat seine Spuren noch nicht in diesen Schichten gelas-

sen, er ist also bey ihrer Formation noch nicht vorhanden gewesen; er ist das letzte Product, so wie auch das Meisterstück der Schöpfung.

Diese Skizze von der Aufeinanderfolge der Spuren organischer Wesen, welche das Mineral-Reich verbirgt, ist hauptsächlich nach den Arbeiten des Hrn. Cuvier gemacht: wir werden in dem zweyten Theile alle Resultate liefern, zu welchen dieser berühmte Gelehrte gelangt ist, und werden die näheren, auf jene verschiedenen Fossilien Bezug habenden, Umstände darstellen.

Eintheilung der Gebirge in Classen.

§. 142. Die eben berichteten Thatsachen leiten uns, zwey große Formations-Epochen dieser Gebirge zu unterscheiden: die erste vor und die zweite nach dem Daseyn der organischen Wesen.

Die Gebirge der erstern werden die *Urgebirge* seyn; sie enthalten keine Reste oder Spuren dieser Wesen; sie liegen unter den andern; sie sind von meistens crystallinischen und immer chemischen Niederschlägen gebildet. Die Gebirge nach dem Daseyn organischer Wesen sind die Flötzgebirge (secondaires). Mehrere derselben sind sowohl durch die Beschaffenheit, als Struktur der Gesteine, welche sie zusammensetzen, den Urgebirgen ähnlich; man hatte sie in Folge dessen unter letztere gesetzt; allein nachher fand man einige Reste und Abdrücke organischer Wesen, und Werner hat daraus eine Zwischen-Classe, (intermediaire-Uebergangsgebirge gemacht): wenn sie auch durch die mineralische Beschaffenheit einiger derselben sich nach den Urgebirgen halten, so sind sie doch, eigentlich zu sagen, nicht weniger Flötzgebirge, weil

sie Spuren einer nach der Erscheinung der organischen Wesen entstandenen Formation an sich tragen.

Die Sandstein- und andere stückliche Gebirge fangen an sich darunter zu mischen, und da sie vorherrschen, und die ersten Schichten, mit welchen sie verbunden zu seyn scheinen, verschwunden sind, so geht man zu den eigenlichen *Flötzgebirgen*, (secondaires) zu denjenigen über, welche gleichsam das grofse Depot der fossilen Thiere und Pflanzen und von einem Wechsel von chemischen und mechanischen Niederschlägen zusammengesetzt sind. Endlich gelangen wir zu den *aufgeschwemmten Gebirgen* (terrains de transport), welche in nichts weiter, als in Lagern von unzusammenhängenden Stoffen, von Gerölle, Sand oder Erden, den mechanischen Producten bestehen, die nicht von steinigten Schichten bedeckt sind und es nicht seyn konnten. Auch hier, zwischen dieser und der vorherigen Classe, wird man sehr bequem eine durch eine Mischung aller beyden, das heifst, eine von horizontalen, mit Lagern von Gerölle, Sand und Thon abwechselnden Stein-Schichten, gebildeten Klasse feststellen: dies werden die dritten Flötzgebirge (tertiaires) seyn, sie enthalten die ersten Spuren vierfüfsiger Thiere. Die Flötzgebirge werden sich also in Zwischen-oder Uebergangs-Gebirge (intermédiaires), in eigentliche Flötzgebirge (secondaires) und dritte Flötzgebirge (tertiaires) theilen. Vielleicht können sie noch weiter getheilt werden, und die Anwesenheit verschiedener Arten organischer Wesen wird erlauben, einstens neue Unterscheidungs-Epochen einzuführen: Hr. Brogniart, welcher schon einen ersten Entwurf dieser Eintheilungen geliefert hat, beschäftigt

sich mit den Mitteln, sie, wenn es nur irgend möglich ist, auf eine bestimmte Art festzustellen und zu characterisiren.

In die Reihe der fünf Classen, die wir so eben erwähnt haben, setzen wir noch eine sechste, welche die *vulcanischen Gebirge* und im Allgemeinen die Gebirge von offenbar feurigen Ursprung begreifen wird, sie sind ganz oder fast ganz nach der Formation der eigentlichen Flötzgebirge entstanden.

Jede der sechs Classen wird sich nachher in eben so viel besondere Gebirge theilen, welche sie entweder mit einzelnen Gestein-Gattungen oder mit denen ihnen untergeordneten der Gegenden von einer grofsen Verbreitung umfassen wird: und jedes Gebirge wird sich, der Reihe nach, in eben so viel Formationen theilen, so oft sich sein characteristisches Gestein in dem Mineral-Reiche darstellen wird, indem es sowohl in seiner Lagerung, als in den Umständen seiner Beschaffenheit und seiner Verbindung Kennzeichen eines verschiedenen Alters an sich trägt. Man sehe das, was in den §§. 97 und 121 gesagt worden.

Ich mufs hier benachrichtigen, dafs diese verschiedenen Eintheilungen hauptsächlich zum Gegenstande haben, das Studium der Wissenschaft zu erleichtern und unsrer schwachen Einsicht zu Hülfe zu kommen. Denn sonst, es läfst sich hier wohl sagen, verbindet und verkettet sich in der Natur Alles. Die Urgebirge gehen auf eine unmerkliche Art in die Flötzgebirge über: die Formation des Thonschiefers ruhet zur Hälfte unter den erstern, zur Hälfte unter den zweyten, das heifst, sie war noch nicht ganz beendigt, als die ersten Pflanzen und Thiere erschienen. Die Formation des ältern Sandsteins scheint ebenfalls halb in den Uebergangs- halb in

den Flötzgebirgen zu seyn; und die dritten Flötzgebirge, welche wir vorhin bezeichnet haben, sind eine wahre Mischung dieser letztern und der aufgeschwemmten Gebirge. Wir wollen nicht auf eine bestimmte und abgeschnittene Art das trennen, was die Natur blos schattirt hat, und nicht genauer als sie seyn, wenn wir sie so kennen lernen wollen, wie sie wirklich ist. Wir wollen sogar gegen jenes Bestreben streiten, welches uns darauf führt, die Gegenstände zu vereinfachen, um sie uns in einer leicht zu begreifenden Ordnung darzustellen; man leistet wohl auf diese Art unserm Geiste Genugthuung, allein man entfernt sich zu sehr von der Wirklichkeit.

Nachdem ich zum ersten Mal Werners Vorträge über die Geognosie gehört hatte, kürzte ich natürlich davon alles dasjenige ab, was mir weitläuftig schien, und machte mir über alle Puncte der Wissenschaft Begriffe, worin alles scheinbar klar, genau, bestimmt war; allein als ich anfing, die Natur zu beobachten, fand ich nichts mehr, was dem entsprach; und bald sahe ich, daſs Werner weit entfernt, zu weitläuftig gewesen zu seyn, es nicht genug gewesen war. Ich fürchte, mir bey Gelegenheit dieses Werkes denselben Vorwurf zuzuziehen; und doch werde ich beschuldigt werden, in selbiges weniger Genauigkeit, als man in andern geognostischen Abhandlungen findet, gebracht zu haben. Geschichtschreiber der Natur, ihre Geschichte, und nicht die unserer Vorstellungen, haben wir zu schreiben.

Besondere Formationen.

§. 143. Es würde nach dem, was so eben gesagt worden, scheinen, daſs Werner alle Gebirgs-Formationen als Producte einer und derselben Auflösung ansiehet, welche nur mit Höhe und Beschaffenheit ziemlich progressiv änderte. Allein er war ein zu guter Naturforscher, um nicht einzusehen, daſs diese Erklärungs-Art nicht allen Thatsachen entsprechen konnte: zum Beyspiel, wenn jedes Gestein oder jede Schicht sich in einem Niveau befinden soll; das um so tiefer sey, je älter sie ist; warum siehet man denn Porphyr-Massen, welche viel Verhältnisse mit denen in den Urgebirgen gemein haben, auf Sandsteinen und sogar auf Puddingsteinen liegen, und sich zu groſsen Höhen erheben: eine bloſse schwingende Bewegung, eine bloſse rückgängige Modification in der Beschaffenheit der Auflösung, derjenigen ähnlich, welche einen Granit auf Gneis und sogar auf Thonschiefer hervorgebracht hat, kann dieser Thatsache nicht entsprechen. Es muſs nach Werners Grundsätzen eine andere Auflösung durch neue Formationen ein, durch eine ältere Auflösung schon verlassenes, Gebirge wieder bedeckt haben. Dieser Gelehrte begriff wenigstens jene neuen Ueberschwemmungen oder Fluthen mit darunter und schrieb ihnen einige besondere Formationen, so wie die der *Flötztrapp*- gewisser Porphyr- und einiger anderer Gebirge zu.

Ich habe in meinem Aufsatze sur les basaltes de la Saxe pag. 179 et suiv, (über die Basalte Sachsens,

S. 149 u. s. w.) die Art umständlich angegeben, auf welche man, nach Werner, die Umstände der ersten dieser Formationen begreifen soll: ich werde nicht wieder auf diesen Gegenstand kommen. Dieser Gelehrte hat sich noch weniger bestimmt über das, was die andern Formationen dieser Gattung betrifft, ausgedrückt: sogar was die Flötztrapp-Formation anlangt, hat er förmlich nicht gesagt, dafs sie die Wirkung einer besondern Ueberschwemmung wäre, obschon solches eine nöthige Folge seiner Art, sie darzustellen, ist. Ich bemerke hier, dafs Werner sehr behutsam war, wenn von Fluthen und Revolutionen der Natur die Rede war; er sprach sich nie auf eine bestimmte Art aus, wahrscheinlich weil er noch keine ganz entschiedene Meinung über diese Materien hatte; vielleicht liefs auch seine Ehrfurcht vor der heiligen Schrift ihn fürchten, dafs die Behauptungen, die er aufgestellt haben würde, übel ausgelegt wurden.

Ich bemerke auch, dafs die eben angeführten besondern Formationen jetzt von vielen Mineralogen als vulcanische Producte betrachtet werden. Ich glaube, dafs es mit der Flötztrapp-Formation eben so ist, und ich bin über eine grofse Anzahl von Porphyren im Zweifel: wären es Zweige, durch welche die vulcanischen Productionen sich mit den andern Gesteinen bis in die Nachbarschaft der Urgebirge verflochten hätten? Wir wollen diese Frage in dem zweyten Theile untersuchen.

Da die Auflösung, welche die verschiedenen Formationen hervorbrachte, in ihrer Beschaffenheit nur auf eine gänzlich stufenweise Art veränderlich gewesen ist, so gehen die Productionen der verschiedenen Epochen, das heifst, die Formationen auf eine unmerkliche Art in einander über, und stellen eine zusammenhängende *Reihe* dar: die Eintheilung derselben in verschiedene Glieder, ist fast willkührlich, und es giebt zwischen ihnen keine bestimmte Gränze. Allein, als die Veränderungen

nicht mehr so schattirt würden, und die Auflösung zu verschiedenen Malen, und in der Mitte verschiedener Schichten, dieselbe Gebirgsart erzeugte, dann stellen diese verschiedenen Ablagerungen auch eine andere Formations-Reihe dar; allein hier sind die Glieder durch ihre Lagerung gut unterschieden. Unter den verschiedenen Beyspielen von jeder dieser Reihenarten, welche Werner giebt, will ich die beyden folgenden anführen.

Reihe der Schiefer.

§. 144. In der ersten Classe werden wir die Reihe haben, welche Werner provisorisch *Reihe der Schiefer* genannt hat: diese ist die verbreitetste und merkwürdigste von allen. In der Mitte der Reihe ist der Thonschiefer: auf der einen Seite steigt man bis zu dem Granit hinauf; auf der andern bis zum Kohlengebirge herunter. Die ältesten, sorgfältig beobachteten, Thonschiefer scheinen blos eine Vereinigung von aufserordentlich feinen, mit Quarzpuncten untermischten Glimmerschüppchen zu seyn: in der unmittelbar vorhergegangenen Epoche nehmen die Schüppchen und Puncte an Gröfse zu, und man hat Glimmerblättchen mit Streifen und Körnern von Quarz untermengt; dies ist der Glimmerschiefer: geht man noch weiter nach den ältesten Zeiten hin, so siehet man den Feldspath sich diesem Gemenge beyfügen, den Glimmer an Menge abnehmen, und man hat Gneis; da endlich der Glimmer immer sich vermindert und der Feldspath sich vermehrt, so gelangt man zu dem Granit, dessen Textur immer körniger und das Korn immer crystallinischer wird. In dem untern Theile der Reihe siehet man den Thonschiefer den Glanz

verlieren, den er von dem Glimmer hatte; seine Blätter werden dicker und ihr Gefüge erdiger: bald hernach, siehet man ihn schwärzlich werden oder sich mit Kohlenstoff schwängern; er stellt einige Abdrücke von Pflanzen dar, und ist folglich schon in den Flötzgebirgen: er wechselt da mit dem ersten mechanischen Niederschlage ab, den man findet, indem man dem Alter der Formationen folgt, wenn die Grauwacke (le traumate) und jene beyden Gesteine sich vermischen, so bilden sie den Grauwackenschiefer (schiste - traumate). Von da ist bis zur Kohlen-Formation nur noch ein Schritt; einige Mineralogen sogar, denen die Aehnlichkeit zwischen den Grauwacken- und den Kohlen-Gebirgen auffiel, sehen sie als aus einer und derselben Formation bestehend an; es giebt keinen mineralogischen Unterschied zwischen gewissen Sandstein-Kohlen- und gewissen Grauwacken-Gebirgen.

Welche Verschiedenheit es auch zwischen den Enden dieser Reihe, zwischen dem Granit- und dem Kohlengebirge geben mag, so kann man doch die Progression von Zwischenmitteln nicht verkennen, welche sie verbindet, und welche deutlich zeigt, daſs sie alle die Producte einer und derselben Auflösung sind, welche stufenweise und nach und nach ihre Beschaffenheit geändert hat, und deren Niederschläge unmerklich aus dem crystallinischen zu dem gröbsten mechanischen Zustande übergegangen sind.

Reihe der Kalksteingebirge.

§. 145. Der Kalkstein bietet uns das am besten characterisirte Beyspiel der Reihen von der zweyten Gattung dar. Wir finden dieses Gestein bis in die Gneis und Granitarten: es ist in groſser Menge in den Glimmer- und Thonschiefern vorhanden; kommt häufig in den Uebergangs-Gebirgen vor, und macht den gröſsten Theil der Flötzgebirge aus; endlich findet man solches auch in den letzten aufgeschwemmten Gebirgen wieder, wo es grobkörnige Tuffe bildet.

Bey diesen verschiedenen Lagerungen trägt sie das Gepräge der Epoche, in welcher sie gebildet worden ist. Der Kalkstein, den wir in den Graniten, den Gneisen und Glimmerschiefern sehen, ist im Allgemeinen blätterkörnig, durchscheinend und von einer schönen Weiſse; mit einem Wort, er trägt alle Spuren einer sehr reinen und crystallinischen Formation.

In den folgenden Schiefern nimmt er ein feineres Korn an, ist weniger durchscheinend, weniger weiſs, und läſst sich durch fremde Substanzen, hauptsächlich durch die der Schiefer färben, mit welcher sie sich ziemlich oft vermischt. Diese Mischungen nehmen in den Uebergangsgebirgen noch zu; sein Bruch nimmt mehr Dichtheit an, man findet darin zum ersten Mal Ueberreste von Mollusken; seine Farbe wird bunt und er bildet unsere farbigen Marmore. In den Flötzgebirgen ist er gewöhnlich dicht, von muschlichen oder schiefrigen Bruche, an den Kanten schwach durchschei-

nend. Er ist ziemlich gewöhnlich mit mehr oder weniger Erde oder Sand vermischt; er enthält eine grofse Menge Reste von organischen Wesen; endlich wird in den letztern Epochen dieser Formationen, in den Kreide- und grobkörnigen Kalkgebirgen, sein Bruch erdig und dunkel; er nimmt häufig eine grofse Menge Thon auf und bildet also Mergel, wo der Thon der Reihe nach der vorherrschende Grundstoff wird. Welcher Unterschied zwischen den äufsern Gliedern dieser Reihe, zwischen dem schönen Marmor von Paros oder Carrara und der Kreide oder dem Kalktuff! jedoch ist es immer dieselbe Substanz; der kohlensaure Kalk; und jedes Glied wird blos durch den Character der Epoche differenziirt, zu welcher er gehört.

Ende des ersten Theils.

Anmerkungen.

Erklärung der Geognosie durch Werner, und von dem Range der Geognosie unter den Natur-Wissenschaften.

Die Geognosie ist derjenige Theil der Mineralogie, welcher uns in einer methodischen Ordnung die Erdkugel im Allgemeinen, und vornehmlich auf eine besondere Art die Lagerstätten der Mineralien kennen lehrt, welche sie zusammensetzen: sie stellt ihre Verhältnisse, ihr Vorkommen, sowohl als das der Mineralien, aus denen sie bestehen, dar, und endlich kann sie uns zu Begriffen über ihre Formation führen.

„Die Lagerstätte der Mineralien (die wir in unserer Abhandlung *Systeme der mineralischen Massen* genannt haben), fährt Werner fort, sind die unterirdischen Räume, in welchen die Mineralien gebildet worden, und wo sie sich befinden. Sie sind *allgemein* oder *besonders*: die erstern sind jene grofsen Mineral- (Gebirgs-) Massen von unendlicher Verbreitung, deren Ganzes den festen Theil der Erdkugel bildet, die andern sind entweder Theile der erstern, oder sind in ihre Masse eingeschlossen.

Wir wollen versuchen, einen reinen Begriff davon zu geben, was Werner unter allgemeinen und besondern Lagerstätten versteht. Man stelle sich die Erdkugel aus grofsen concentrischen Schichten oder Lagen von mineralischen Stoffe gebildet, allein jede Lage von verschiedener Beschaffenheit vor; jede wird eine *allgemeine Lagerstätte* seyn, sie mag nun die ganze Kugel umgeben oder nur einen Theil

derselben einnehmen; die Granit - Thonschiefer - Steinkohlen u. s. w. - Gebirge, werden also *allgemeine Lagerstätten* seyn. Sie werden gewöhnlich in dünnere Schichten oder Lagen abgetheilt, unter welchen es oft noch solche giebt, die von einem Stoffe sind, der von dem der andern verschieden ist, dies sind *besondere Lagerstätte*, die einen Theil der allgemeinen Lagerstätte ausmachen; sonst enthält diese besondere Vereinigungen von mineralischen Substanzen, welche statt in die andern Schichten eingeschobene Lagen zu bilden, selbige schneiden; dies sind die *Gänge*; sie sind auch *besondere Lagerstätten*. Wenn, indem man von einer Zinnstufe spricht, man zum Beyspiel sagt, dafs selbige aus diesem oder jenem in Granit vorkommenden Gange kommt, so stellt hier der Gang die *besondere Lagerstätte* dieser Stufe vor, und der Granit ist die *allgemeine Lagerstätte* derselben. Das Wort gîte de minéraux (Lagerstätte der Mineralien) ist in der französischen Mineralogie zu wenig gebräuchlich, als dafs wir geglaubt hätten, es in unserm Werke für die gîtes généraux (allgemeinen Lagerstätten) anwenden zu müssen, welche letztere wir übrigens auf eine sehr schickliche Weise mit den Namen *Formationen* oder *Gebirge* bezeichnen. Was die gîtes particuliers (besondern Lagerstätten), vorzüglich aber, was die Lagerstätte der Fossilien (gîtes de minérais) betrifft, so haben wir die Benennung derselben aufbehalten, und der zweyte Abschnitt des zweyten Theiles dieser Abhandlung ist ihnen gewidmet.

Also soll nach Werners Plane, den wir befolgt haben, eine Abhandlung der Geognosie, die *Darstellung unserer Kenntnisse über die Erdkugel im Allgemeinen und hauptsächlich über die Lagerstätte der Mineralien* seyn; dieser letztere Theil betrifft die *mineralische Beschaffenheit* der Erdkugel, und das, was auf den ersten Theil Bezug hatte, haben wir unter dem Namen *physische Beschaffenheit* begriffen. Es ist überflüssig, zu erinnern, dafs, wenn man in einem Werke von der Art, wie das gegenwärtige ist, von unsern Kenntnissen über die Erdkugel spricht, nur von allgemeinen Kenntnissen die Rede ist; das, was jede Localität angeht, ist der Gegenstand der (physischen und mineralogischen) Geographie.

Wir wollen mit Werner einen Blick auf die Stelle werfen, welche die Geognosie in den Natur-Wissenschaften einnimmt.

Die Wissenschaft von der Natur, sagt dieser Gelehrte, theilt sich in zwey grofse Abschnitte: derjenige, welcher die Kenntnisse der Körper, an sich betrachtet, zum Gegenstande hat, ist die *Natur-Geschichte*; und derjenige, welcher von den Eigenschaften der Körper im Allgemeinen handelt, jedoch ohne Rücksicht auf die Körper, welche sie darstellen, ist die *Wissenschaft der Eigenschaften*, oder die *Physik*, wenn man dieses Wort im weitesten Sinne nimmt.

Vielleicht werde ich die *Physik* besser characterisiren, indem ich sage, dafs sie von der Wirkung der Körper auf einander, von den Effecten oder Erscheinungen, welche aus dieser Wirkung hervorgehen, und von den Gesetzen handelt, welchen die Natur bey der Erzeugung dieser Erscheinungen folgt.

Wenn in Folge der gegenseitigen Wirkung der Körper, der Zusammenhang zwischen ihren sie zusammensetzenden Grundstoffen zerstört wird, so hat man den unter dem Namen *Chemie* bekannten Zweig der Physik.

Die irdischen Körper, der Gegenstand der Naturgeschichte, sind entweder *organisch* oder *unorganisch*; die erstern theilen sich in *Thiere und Pflanzen* und die andern in *Mineralien* und *atmosphärische Körper*; letztere umschliefsen im flüssigen oder gasartigen Zustande die feste Masse der Erdkugel, und die Mineralien machen diese aus. Daher die vier Abschnitte der Natur-Geschichte, das *Thierreich*, das *Pflanzenreich*, das *Mineralreich* und das *atmosphärische Reich*. Bergmann hatte schon die Nothwendigkeit eingesehen, letzteres Reich vom Mineralreiche zu trennen; und seine Meinung in diesem Betracht, welche von Werner und einigen andern Gelehrten angenommen worden, schien mir zulässig zu seyn.

Die Mineralogie ist also der Theil der Naturgeschichte, welcher die vollständige Kenntnifs der Mineralien zum Gegenstande hat. Sie kann an ihnen betrachten:

1) Die Eigenschaften oder Kennzeichen, durch welche sie uns in die Sinne fallen, und mit deren Hülfe wir sie von einander unterscheiden;

2) dasjenige, was das Wesen eines jeden ausmacht, das heifst, seine chemische Zusammensetzung;

3) die Umstände ihrer Lagerung und die Rolle, welche sie bey der Einrichtung der Erdkugel spielen: daher die drey wesentlichen Zweige der Mineralogie, welchen

Werner den Namen, *Oryctognosie*, *chemische Mineralogie* und *Geognosie* giebt. Man kann bey den Mineralien auch noch die Orte, in welchen man sie findet, oder die Theile der Erde, welche sie ausmachen, und die Gebräuche, zu denen der Mensch sie anwendet, mit den Mitteln, sie dazu geschickt zu machen, untersuchen: daher die *geographische Mineralogie* und die *oeconomische* oder *technologische Mineralogie*. Werner vervollständigt endlich alle in dem Mineral-Reiche zu erlangende Kenntnisse durch die *Litterar-Geschichte der Mineralogie* und der *verschiedenen Mineralien, und durch die Kunst Mineral-Stücken (Stufen) zu sammeln, und sie in Sammlungen zu ordnen.*

Zweyte Anmerkung.

Von der Dicke der den Mineralogen bekannten Erd-Rinde.

Wären die Gebirgs-Schichten, welche die Erdkugel bilden, immer horizontal, so würde man die Dicke des uns bekannten Theiles durch den Höhen-Unterschied zwischen dem tiefsten Puncte, zu welchen man im Innern der Erde gelangt ist, und dem höchsten auf den Gebirgen erreichten Puncte haben. Wir wollen sehen, welches jene Tiefen und Höhen sind.

Agricola berichtet in seinem Bermanus, dafs die tiefsten Schächte bey Kuttenberg in Böhmen sind und sie eine Tiefe von 500 *Lachter* (ohngefähr 1000 Metres) haben: man kennt nicht die Lage dieser Gruben und die Höhe ihrer Mündung über dem Meere und folglich auch nicht den Höhen-Unterschied zwischen dem innern Ende und Meere. Zu Kitzpühl, in Tyrol, ging der Bau ebenfalls bis tausend Metres tief: Oppel, Bergdirector in Freyberg, sagt in seiner *Markscheidekunst* (§. 558): ein Reisender habe ihn versichert, dafs es in den Kupferbergwerken bey Rohrhübel in Tyrol noch tiefere Gruben gäbe; allein er giebt darüber nichts Näheres; und jene in einem hohen Lande gelegenen Schächte müfsten nicht viel unter das Niveau des Meeres gehen, wenn sie selbiges noch erreichen.

Delius sagt, dafs man in Ungarn Gruben von 600 Metres Tiefe hat (§. 52); dies ist ebenfalls die gröfste Tiefe, welche

je die Arbeiten in den Gruben bey Freyberg erreicht haben 1); die, welche gegenwärtig daselbst offen sind, gehen nur bis zu 414 Metres, und ihr Tiefstes geht nicht über 30 Metres unter das Niveau der Meere. Bis zu 600 Metres (312 Lachter) sind auch die tiefsten Gruben am Harz abgeteuft worden; jetzt, sowohl zu Clausthal als Andreasberg, gehen sie nur bis zu 500 Metres, und sind alle über dem Niveau des Oceans. Es wird also in den in geringer Entfernung von den Küsten gelegenen Gegenden, in den Steinkohlengruben von England und Flandern seyn, daſs wir die wirklich gröſsten Tiefen finden.

Zu Whitehaven in Cumberland hat man Arbeiten, welche bis zu 1000 Metres unter das Meer gehen, und welche mehr als 200 Metres unter seinem Bette sind. In den Gruben von Anzin, bey Valenciennes, bin ich bis 350 Metres Tiefe hinabgestiegen und befand mich da 300 Metres unter der Oberfläche des Oceans; ich war da vielleicht in der gröſsten absoluten Tiefe, welche die Menschen erreicht haben. Einige Schriftsteller sagen zwar, daſs die Gruben-Arbeiten bey Namur bis 700 Metres tief gekommen sind: allein diese Thatsache ist nicht bestimmt, und nichts zeigt an, daſs wir in der Erde bis 400 Metres unter das Niveau des Meeres eingedrungen sind.

Die Höhen, welche wir über besagtem Niveau erreicht haben, sind viel beträchtlicher. Saussure war auf dem Gipfel des Mont-Blanc, dem höchsten Berge in Europa in einer Höhe von 4775 Metres. Hr. von Humboldt ist auf dem Chimborasso in Peru bis zu 5900 Metres hoch gestiegen und niemand ist jetzt noch höher gewesen: die Spitze dieses Berges, der höchste Punkt des neuen Continents, war noch 600 Metres über ihn. Der Mittelpunct von Asien stellt auf dem Joche der Kette, welche Indien und die Tartarei trennt, viel Berge dar, welche sich bis zu 7821 oder 8187 Metres erheben; allein niemand hat die Gipfel derselben erreicht.

Also der gröſste von dem Menschen auf der Erde durchlaufene Höhen-Unterschied wird 6300 Metres (5900 + 400)

1) Mineralogische Geographie der Chursächsischen Lande.

seyn: dies ist der tausendste Theil des Erd-Halbmessers, welcher 6366700 Metres ist.

Allein man muſs bemerken, daſs der Chimborasso ein vulcanisches, auf die Masse der Erdkugel nach ihrer Formation gelagertes, Product und der Mont-Blanc der höchste Punct dieser Masse ist, den wir kennen gelernt haben.

Ferner, da die Schichten, welche die Erdrinde ausmachen, gewöhnlich geneigt sind, so stellt die senkrechte Höhe, zu welcher man sich erhebt, nicht die Dicke des Ganzen der, der Höhe entsprechenden, Gebirgs-Schichten dar, diese Dicke muſs senkrecht auf die Schichten genommen werden.

Wir können also völlig behaupten, daſs die Dicke des den Mineralogen bekannt gewordenen Theils der Erdkugel nicht den tausendsten Theil des Erd-Halbmessers beträgt.

Dritte Anmerkung.

Beschaffenheit der Flüssigkeit der Gebirgs-Massen.

Vidi ego tellus
Esse fretum. Vidi factas ex aequore terras;
Et procul a pelago conchae jacuere marinae:
Ovid.

Die verschiedenen Massen und Schichten, welche die mineralische Rinde der Erde zusammensetzen, sind flüssig gewesen: die Thatsache ist nicht bestritten und sie ist unbestreitbar; wir werden uns also nicht bei diesem Puncte aufhalten und das nicht wiederholen, was wir anderswo schon gesagt haben.

Allein die Flüssigkeit kann von zweyerley Art gewesen seyn; entweder war diese ganze von der Wärme durchdrungene Rinde, gleich einem geschmolzenen Metall, zu gleicher Zeit flüssig und wurde nachher durch das Erkalten fest; dies ist die *feurige Flüssigkeit*: oder vielmehr sind die Mineral — Theilchen aufgelöſst oder in einer Auflösung schwebend gewesen, aus welcher sie sich nach

und nach niedergeschlagen und also die verschiedenen Schichten gebildet haben; welches man die *wässerige Flüssigkeit* nennt: was auch die Beschaffenheit des Fluidums gewesen seyn mag, so könnte der Fall einer gasförmigen Flüssigkeit doch bey letzterm vorkommen. Wir wollen jetzt sehen, ob die Untersuchung der Mineral-Schichten nicht einiges Licht über die Beschaffenheit ihrer ursprünglichen Flüssigkeit verbreiten könnte. Wir wollen mit den jüngsten Gebirgen anfangen.

Es ist unnütz, von den vulcanischen Gebirgen Erwähnung zu thun; von diesen ist hier nicht die Rede: ihre Benennung blos zeigt die Formations-Art an.

Wir werden auch nicht von den aufgeschwemmten Gebirgen reden; ihr Name allein bezeichnet auch ihren Ursprung: dies sind bloſse Reste von früher da gewesenen Gebirgen, welche durch die Gewässer fortgeführt und an den Orten, wo man sie findet, ausgebreitet worden sind.

Die eigentlichen Flötzgebirge sind hauptsächlich von Kalkstein-Gyps-Sand- und Puddingstein - Sand-Thon- und Steinkohlen-Schichten zusammengesetzt, welche verschiedentlich mit einander abwechseln.

Die Kalkstein-Schichten enthalten fast alle Spuren von Thieren, die in den Gewässern leben und besonders Muscheln. Wenn einige derselben auch nur sehr wenige haben, so sind andere doch fast ganz davon zusammengesetzt. Diese Muscheln finden sich darin bisweilen zerbrochen und durcheinander angehäuft; allein meistens liegen sie nach einer gewissen Ordnung: jede Schicht, und sogar jede Lage, hat ihre Familien und besondern Gattungen; sie sind in selbigen lagerweise ausgebreitet, liegen gewöhnlich auf ihrer flachen Seite, sind vollkommen erhalten, haben ganz und gar nicht versehrte Zähne und Spitzen, und sind bisweilen von dem Perlmutterglanze, den sie haben, wenn man sie erst aus dem Meere ziehet. Bey diesem Ansehen ist es unmöglich, nicht zu schlieſsen, daſs die Wesen, welche diese Muscheln bewohnten, an den Orten selbst lebten, wo man ihre Spuren findet, daſs sie daselbst von dem Kalkstoff überrascht und eingeschlossen worden, welcher nicht in Gestalt eines Stromes kam, (denn sonst würde er die zarten Schaalen zerbrochen haben) sondern sich ruhig auf dem Meeres-Grund ablagerte. Er wird hart und steinig

geworden seyn, ohngefähr so wie es gewisse Magma oder sehr unordentlich crystallisirte Salz-Massen auf dem Boden der Auflösungen in unsern Werkstätten (Salzwerken) werden. Das Festwerden dieser Schichten könnte nicht die Wirkung des, einer Schmelzung gefolgten, Erkaltens seyn; denn die, ebenfalls kalkartigen, Muscheln würden geschmolzen seyn und sich in die Masse gemischt haben, und sie würden beym Erkalten ihre spitzigen Nadeln, ihre abgelöſsten Streifen und ihren Perlmutterglanz nicht wieder angenommen haben. Die Gyps-Schichten, welche bisweilen unversehrte und gut erhaltene Gerippe von vierfüſsigen Thieren enthalten, werden uns auch eine Formation oder eine ruhige, in dem Schooſse der Gewässer geschehene, Ablagerung anzeigen.

Die Anwesenheit der Sand- und Thonschichten in einem Gebirge reicht allein hin, um die Art seiner Formation zu characterisiren. Tägliche Beobachtung läſst uns die Art erkennen, womit sie sich bilden und bilden können.

Es wird genau daſselbe mit den Sandstein- und Puddingstein-Schichten seyn, welche in der That nur Lager von Sand und Gerölle (yalits) sind, die durch die Gewässer herbeygeführt und verbreitet und sodann durch ein Bindemittel, welches in die Zwischenräume eingedrungen ist, verbunden worden: dieses Bindemittel wird sich eben so abgelagert haben und fest geworden seyn, wie dasjenige, welches bey Messina die Sandkörner stark genug zusammenkittet, um Mühlsteine daraus zu machen. (§. 53).

Mitten unter den Sandsteinen stellen sich die Steinkohlen und Thonschiefer, welche selbige begleiten, dar; und nicht allein durch ihre Lagerung, sondern auch durch ihre eigenthümlichen Kennzeichen, stimmen sie zu Gunsten der wässerigen Formation. Fast alle Geologen sehen die Steinkohlen als ein Product von der Zersetzung der Pflanzen und hauptsächlich von Wasser-Pflanzen an. Sie haben eine Menge Abdrücke ihrer Zweige und hauptsächlich ihrer Blätter auf dem Thone zurückgelassen, welcher der Steinkohle zunächst liegt. Diese Blätter sowohl als zahlreiche Farrenkräuter sind fast immer flach ausgebreitet; und ihre Lage so wie ihre Gestalt zeigt, daſs sie weder zerrissen noch zerquetscht worden: meistens scheinen sie in dem Flui-

do geschwommen, und sich sodann mit der Erde und dem Sande, welchen sie einschliessen, ruhig auf den Grund gelagert zu haben.

Die Lage der Schichten in den Flötzgebirgen, unabhängig von jeder andern Betrachtung, würde allein hinreichen, ihre Formations-Art zu enthüllen. Man halte einen Augenblick seine Aufmerksamkeit auf einem Gebirge fest, welches von dünnen, sehr in Länge und Breite ausgedehnten, söhligen oder fast söhligen, unter sich verschiedentlich und mehrere Male wechselnden Schichten von Kalkstein, Mergel, Thon, Gyps, Sand etc zusammengesetzt ist, wie solches in den Umgebungen von Paris Statt findet; so wird man sich nicht erwehren können, in ihnen eben so viel Absätze zu sehen, welche sich im Schoofse einer grofsen Wasser-Masse durch Theilchen gebildet haben, die sich auf dem Grunde ablagerten. Diese Ablagerungen werden offenbar Stufenweise seyn, und bisweilen wird der Unterschied in ihrer Beschaffenheit oder in den Muscheln, die sie enthalten, zu dem Gedanken führen, dafs zwischen ihnen eine ansehnliche Zeit verflossen ist. Siehet man hernach mehrere dieser Muscheln grofse Aehnlichkeiten mit denjenigen haben, welche jetzt in dem Ocean leben, so wird es erlaubt seyn, zu glauben, dafs die Meere, in welchen sich die Schichten, welche jene Muscheln umschliefsen, gebildet haben, in Betreff der Beschaffenheit der Gewässer und zu gewissen Epochen, von den gegenwärtigen Meeren wenig verschieden waren.

Allein ohne uns bey diesen letztern Betrachtungen aufzuhalten, wollen wir von dem eben Gesagten schliessen, dafs es in der Natur-Geschichte *wenige auf eben so starke Beweise gestellte Thatsachen* giebt, als die *wässerige Flüssigkeit* der eigentlichen *Flötzgebirge*.

Wir wollen nun zu den Flötzgebirgen einer ältern Epoche, zu denjenigen übergehen, welche wir Zwischen- (Uebergangs-) Gebirge genannt haben. (§. 142).

Wir finden da Kalkstein-Schichten, welche auch Spuren von See-Geschöpfen, allein in geringerer Menge, enthalten, und welche weniger Uebereinstimmung mit den gegenwärtig vorhandenen Geschöpfen haben; Der Zustand der Dinge, die Beschaffenheit der Meere, u. s. w. haben Veränderungen erlitten. Wir werden hier noch eine grofse

Menge Sandgestein haben, und sie werden uns dieselben Folgerungen verschaffen. Mitten unter denselben werden wir eine grofse Anzahl Breccien von vieleckigen Stücken finden, deren Untersuchung uns nicht erlauben wird, eine andere Art des Festwerdens, als die Crystallisation und Austrocknung anzunehmen: jede Idee von der Wirkung des Feuers ist hier entfernt. Welcher Geognost hat nicht in den Grauwackengebirgen sowohl, als in den Kohlengebirgen, Schichten eines feinkörnigen und sehr quarzigen Sandsteins gesehen, der eine grofse Menge dünner, vieleckiger und gleichsam blos blätteriger Schiefer-Stücken enthielt? Ihre Form und ihre Beschaffenheit zeigen deutlich, dafs das Gestein, welches sie enthält, nie eine Schmelzung oder halbe Schmelzung erlitten hat: hätte es eine erlitten, die stark genug war, um seine Quarzkörner zusammenzuleimen, so würden die Stücke nicht mehr scharfe und unveränderte Ränder darstellen; sie würden geschmolzen seyn; der Schiefer ist schmelzbar, während der Sandstein dergestalt widerstehet, dafs er vorzugsweise, vor jedem andern Steine, zum Bau des Schmelzheerdes in den Hohöfen der Eisenwerke angewendet werden kann.

Die Grauwacken-Schichten, welche bisweilen sogar Reste von Seethieren enthalten, wechseln mit Thonschiefern ab, welche oft Abdrücke von Pflanzen führen, und welche der Reihe nach in derselben Gegend entweder mittel- oder unmittelbar, mit Glimmerschiefer- Gneis- Quarz- Feldspath- Grünstein- Syenit- und vielleicht gar wahren Granit-Schichten wechseln. Dergleichen so zusammengesetzte Gebirge enthalten oft reiche Erzgänge, wie zum Beyspiel in Bretagne.

Endlich siehet man in Norwegen, auf Muschelkalk- und Sandsteinen, den schönsten und crystallinischsten der Granit-Gesteine den Zirkon- Syenit, welcher mit gewöhnlichem Granit begleitet wird: diese Thatsache ist von zweyen der geschicktesten Mineralogen, den Hrn. von Buch und Hausmann bestätigt worden, welche diese beyden Gebirgsarten als zu den Uebergangs-Gebirgen gehörig ansehen.

Hier sind wir schon, ohne unsere Sand- und Puddingsteine, unsere Muschelkalksteine und Schiefer mit Abdrükken zu verlassen, mitten unter den Glimmerschiefern, den Gneisen, den Feldspathen, Syeniten, den Graniten u. s. w.,

mit einem Wort, hier sind wir fast mitten unter den Urgebirgen. Diese letztern werden nun blos die Fortsetzung der andern seyn: nur wird es in dieser Fortsetzung keine Reste organischer Wesen mehr geben, kaum wird es einige Gebirgs-Stücken geben, und die Strucktur wird da im Allgemeinen crystallinischer, denn übrigens ist dabey vollkommene Stetigkeit (§§. 142 und 144); in der zahlreichen Reihe der Gebirgs-Formationen wird man kein Gestein annehmen können, welches, oder eins von den vorhergehenden, sich nicht in den folgenden Formationen fände. Bey dieser innigen Verkettung ist es unmöglich, eine wirkliche Absonderung zu finden: die Formations-Art der Gebirgs-Schichten ist nach einander und mit häufigen schwingenden Bewegungen modificirt worden (§. 140); allein nirgend ist sie plötzlich geändert worden.

Wir haben die Kalkstein-Schichten eine ununterbrochene Reihe, von den ersten bis in die letzten Zeiten der Gebirgs-Formationen bilden sehen (§. 145).

In den letztern Zeiten finden wir sie mit Muscheln angefüllt: je weiter man, den Zeitaltern nach, aufsteigt, desto weniger giebt es dergleichen, und endlich giebt es keine mehr. Wo nun anhalten, um die Reihe abzuschneiden und zu sagen: Was vorher ist, wurde durch das Wasser, und was nachher ist, durch das Feuer gebildet? es ist klar, daſs die Bildungs-Art für alle Glieder der Reihe einerley ist. Der Kalkstein wechselt nicht allein mit den Urgesteinen ab, sondern er vermischt und verflechtet sich auch mit ihnen: der grüne Marmor von Campan ist blos eine Mischung von Kalkstein und Talkschiefer; der schöne verde antico ist blos eine Mischung von Kalkstein und Serpentin; der Pic du Midi bey Tarbes ist blos eine Masse von Kalkstein und Glimmerschiefer, die beyde gleichsam zusammengeknetet sind: hier haben der Talkschiefer, der Serpentin, der Glimmerschiefer und der Kalkstein unwiderleglich eine und dieselbe Formations-Art.

Die Urgebirge enthalten kein Gestein, das wir nicht in den Flötz-Gebirgen gefunden hätten; wir haben da die Schiefer und sogar den Granit gesehen: wir finden da die metallischen Substanzen sogar in denen wieder, welche offenbar im Schooſse der Meere gebildet worden sind: zu-

Tarnowitz in Schlesien, haben wir eine Schicht schwefelsaures Bley, mitten in einem Muschelkalksteine; in Mannsfeld bauet man auf einer Kupfer-Schicht, welche zwar nur ein oder zwey Fuſs Dicke hat, allein welche sich über mehr als tausend Quadrat-Meilen verbreitet, welche eine Menge Abdrücke von Fischen darstellt, auf einem Puddingsteine (dem Todtliegenden) ruhet, und mit einem an einigen Orten mit Gryphiten, die noch mit ihren Nadeln versehen sind, angefüllten Kalksteinlager bedeckt ist. Wenn jetzt die Meere weder Feldspath noch Bley noch Kupfer bilden, so rührt solches daher, daſs sie nicht mehr die Grundstoffe dieser Körper enthalten, und sie selbige schon seit langer Zeit abgesetzt haben: sie haben ihre Beschaffenheit verändert, (§. 138), und durch eine fortschreitende Veränderung sind sie auf einen Punct gekommen, welcher uns begreifen läſst, wie sie unsere letzten Schichten hervorbringen konnten.

Obschon die Schichtung der Urgebirge, die keine Reihe von gut unterschiedenen horizontalen Schichten darstellen, eine Formation durch successive Ablagerungen, nicht eben so deutlich als in den letztern Flötzgebirgen beweiſst, so führt sie doch nicht weniger auf dieselbe Idee zurück.

Wir bemerken zuerst, daſs die Schichten in den ältern Formationen nicht plötzlich die so sehr geneigte Lage angenommen haben, welche man daran so oft siehet. Schon in dem Kohlengebirge hat man eine sehr gestörte und oft senkrechte Schichtung: allein fast immer finden wir dabey deutliche Beweiſse, daſs die Schichten da horizontal gebildet worden, und ihre jetzige Lage einer Erhebung oder einem Umsturze, zuzuschreiben ist. Die Stücken der Grauwacken-Gebirge beweiſsen oft dieselbe Thatsache für die Uebergangs-Gebirge (§. 135), und durch Folgerung können wir sagen, daſs es bisweilen eben so in den Urgebirgen seyn wird, welche übrigens so viel Gleichförmigkeit mit jenen haben. Also wird die geneigte Lage der Schichten kein Argument gegen die Formation durch Ablagerung oder Niederschlag verschaffen können. — Wenn man in dem Hochlande der Pyrenäen eine Reihe und einen Wechsel von wenig dicken Granit-Gneis-Thon-Kalkstein-Schichten sich in groſse Entfernungen in einerley Richtung fortziehen, und immer gleiche Dicke und Lage beybehalten

siehet; wenn man zu Ehrenfriedersdorf in Sachsen, mitten in dem Glimmerschiefer, eine in ihrer Form gut ausgedrückte Schicht von *oxidulirten* Eisen (Magneteisenstein) u. s. w. bemerkt; so scheint es mir, daſs solche Lagen von Gebirgsarten sich wenig begreifen lassen, wenn man sich selbige nicht als eine Reihe von Ablagerungen vorstellt, wovon die eine auf die andere gelegt ist, als letztere ganz oder zum Theil fest war. Wenn zum Beyspiel diese Gesteine zu gleicher Zeit flüssig gewesen wären, wenn die ganze mineralische Rinde geschmolzen war, so hätte sich die Materie nicht in so gut unterschiedene Schichten, wie sie es oft sind, bilden können; die Ordnung der specifischen Schweren wäre nicht dergestalt umgekehrt worden, daſs sie eine Schicht *oxidulirtes* Eisen (Magneteisenstein) auf Glimmerschiefer gelegt hätte.

Wir wollen durch Vergleichung urtheilen. Wenn wir einen Blick auf die Producte des Feuers, auf die vulcanischen Gebirge werfen, so finden wir da ungeheure Ströme, oder über einander gehäufte oder sich in einander verschmelzende Massen; allein nirgend siehet man jene Structur in Schichten von verschiedener Gattung, dünn, ausgebreitet und verschiedentlich unter einander abwechselnd; nie wird man da diese Mannichfaltigkeit und, ich möchte sagen, diesen Contrast sehen, den man bey jedem Schritte in den Urgebirgen thut: man wird darin nie eine Schicht von zuckerartigen Kalkstein (calcaire saccaroide) im Gneise, oder eine sehr weiſse Quarz-Schicht in einem sehr schwarzen Hornblendeschiefer u. s. w. gewahr werden. Wir wollen die Vergleichung noch weiter treiben, und die Beschaffenheit der Massen, welche die beyden Gebirgsarten zusammensetzen, untersuchen: in den Gebirgen, vulkanischen Ursprungs werden wir zwar einige Laven, so wie die Phonokite haben, welche gewissen weiſssteinartigen Prophyren äuſsert ähnlich sind: wir werden einige andere dergleichen sehen, welche wohl einige Aehnlichkeit mit den Granit-Gebirgen haben, obschon der Unterschied noch sehr merklich ist: allein anderer Seits werden wir da nichts finden, welches die mindeste Uebereinstimmung mit den Gneisen-Thonschiefern u. s. w. und noch weniger mit den Kalkstein-Gyps-Quarz-Schichten u. s. w. hätte. Der Unterschied zwischen den beyden Pro-

ducten-Classen ist so, wie geschickte Mineralogen, unter andern Hr. Cordier genaue Kennzeichen gefunden zu haben glauben, welche nicht zulassen, sie zu verwechseln.

Allein, wird man sagen, man kann bey der mineralischen Rinde der Erdkugel eine Art von feuriger Flüssigkeit, verschieden von der der Laven unserer jetzigen Vulcane, voraussetzen, dies würde eine allgemeine Schmelzung seyn. Alles, was wir oben über die Schichten, ihre Beschaffenheit, ihre Form und ihre Einrichtung gesagt haben, entfernt schlechterdings jene Jdee. Wenn die Dinge nicht so wären, wie sie wirklich sind; wenn, zum Beyspiel, die Urgebirge von den Flötzgebirgen vollständig unterschieden und abgesondert wären, und nur in einer einzigen Granit-Masse bestünden, so könnte man jene allgemeine Schmelzung annehmen; und dann würde Hr. von Humboldt sagen, daſs sie von dem Verbrennen oder der Oxigenation des Silicium, des Aluminium u. s. w. und anderer Metalle herrührte, wovon unsere Steine nur die Oxide zu seyn scheinen und welche vielleicht das Innere der Erdkugel ausmachen; die Verbrennung ihrer Oberfläche würde eine Wirkung der Berührung mit dem Sauerstoff der Atmosphäre seyn. 1)

Zum Schluſs sagen wir:

1) *Daſs es auſser allen Zweifel ist, daſs die mineralischen Massen, welche die Rinde der Erdkugel zusammensetzen, flüssig gewesen sind.*

2) *Daſs es nicht weniger gewiſs ist, daſs die Flüssigkeit der Flötz-Gebirge wässerig gewesen ist, und daſs diese Gebirge im Schooſse der Meere durch eine Reihe von Niederschlägen gebildet worden, welche sich nach und nach übereinander gelagert haben;*

1) Dieser Gedanke vom Hrn. von Humboldt ist in einem besondern Werke aufgezeichnet, das dieser berühmte Reisende mir gefällig mitgetheilt hat. Bey vielen Umständen hat er mir ähnliche Mittheilungen gemacht und ganze Stellen aus seinen kostbaren Handschriften zu meiner Disposition gestellt. Dies wird übrigens nicht diejenigen wundern, welche den Vortheil haben, ihn persönlich zu kennen; sie wissen, daſs sein gros- und edelmüthiger Character seinem Geiste und seinen Kenntnissen gleich ist.

3) *Daſs der unmerkliche und unbestreitbare Uebergang der Flötzgebirge in die Urgebirge, so wohl in der Beschaffenheit als in der Lage der Massen, so wie das Daseyn der Schichten von einerlei Gattung in beyden, für alle eine gleichförmige Formations-Art anzeigen.*

Was war nun, wird man fragen, diese wässerige Flüssigkeit, welche die Grundstoffe des Feldspathes, des Serpentins, des Kalksteins, des Kupfers u. s. w. mit einem Wort, aller bekannten Mineralien und Metalle, in Auflösung gehalten hat? Was ist die auſserordentlich groſse Menge dieses Fluidums geworden, welches den Stoff von allen Ur- und Flötzgebirgen in Auflösung hielt?

Wenn man nur von den sich jetzt unter unsern Augen zutragenden Thatsachen auf das, was ehedem geschehen ist, schlieſsen soll, so gestehe ich, daſs man auf diese Fragen keine genügende Antwort wird geben können. Allein, weil ich die Beschaffenheit der wässerigen Flüssigkeit nicht kenne, welche das Kupfer in Auflösung gehalten hat, so ist doch nicht weniger wahr, daſs die groſse Kupfer-Schicht im Mannsfeldischen, die Tausende von Fisch-Abdrücken enthält, auf einem ungeheuren Geröll-Lager (banc de galèts) liegt, und mit einem mit Gryphiten angefüllten Kalkstein bedeckt ist, sich in einer solchen Flüssigkeit abgelagert hat. Weil ich nicht weiſs, was jenes Meer geworden ist, welches ehedem die höchsten Berge bedeckte, so ist doch nicht weniger wahr, daſs die höchste mit Muscheln vermengte Spitze der Pyrenäen sich in seinem Schooſse gebildet hat; so ist doch nicht weniger bestimmt, daſs jene ungeheure mit Resten von Seethieren angefüllte, mehr als viertausend Metres Höhe habende Alpenkalkstein-Masse nur in einem weiten Ocean gebildet werden konnte. Dies sind die Thatsachen; sie bestehen, sind vor unsern Augen, und die Unwissenheit, in der wir sind, und worin wir nur über ihre Ursache oder vielmehr über die Art seyn können, mit welcher sie bey ihrem Erzeugniſs gewirkt hat, würde uns nicht hindern können, sie mit allen ihren Folgerungen anzunehmen.

Ich habe nicht nöthig, zu erinnern, daſs diese Folgerungen, so wie wir sie eben dargestellt haben, von Deluc, Saussure, Dolomieu, Werner, mit einem Wort, von allen

Naturforschern, welche die mineralischen Massen besonders studirt haben, angenommen worden sind; sie können nachher in den Einzelheiten abweichen; allein über jene Fundamental - Puncte sind sie einstimmig. Ich weiſs wohl, daſs Gelehrte von sehr ausgezeichnetem Verdienste, die Hrn. Hutton, Playfair und Breislak zuletzt diese Formations-Art angegriffen und versucht haben, ihr eine andere zu substituiren; allein, wenn es mir erlaubt ist, die Vergleichung anzuwenden, deren ich mich bey der Vorstellung des Ganges der Natur bey der Formation der Mineral - Schichten bedient habe, so werde ich bey diesen unregelmäſsigen Theorien bloſse Schwingungen sehen, welche die Fortschritte unserer geologischen Kenntnisse erleiden, dabey aber doch auf eine bestimmte Weise gegen die Wahrheit vorrükken 1).

1) Man sehe in der 8ten Anmerkung einige Beobachtungen über die Verminderung der Meere; und in der 9ten Anmerkung die Darstellung der vorzüglichsten Systeme der Geogenie.

Vierte Anmerkung.

Von den Bewegungen der Erde und ihren Verhältnissen mit den andern Körpern des Planeten-Systems.

Die Erde drehet sich um ihre Achse und macht einen Umlauf in 23 Stunden 56′, 4, 1″: welches unter dem Parallel-Kreis von Paris eine Geschwindigkeit von 306 Metres in der Secunde giebt; die Geschwindigkeit einer Kugel, wenn sie aus der Kanone fährt, ist 450 Metres.

Die Erde beschreibt übrigens um die Sonne eine fast kreisrunde Ellipse, in derem Brennpuncte sich jener Stern befindet. Die Excentricität der krummen Linie ist der 0,016814te Theil der grofsen Halbachse: so dafs die beiden Achsen sich wie 1 zu 0,99986 verhalten. Der mittlere Radius, oder die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne ist wenigstens 23577 Erd-Halbmesser oder 15010230 Myriametres: man schätzt sie gewöhnlich auf 15340000. Die Bahn wird in 365 Tagen, 5 Stunden 48′ 51″ durchlaufen: dies ist das *tropische Jahr.* Allein da die Bahn jährlich um 50″,1 zurückgeht, so ist die Erde genöthigt, diesen Bogen noch zu durchlaufen, um sich an demselben Puncte des Himmels zu befinden; sie braucht dazu 20′ 20″, und folglich ist das Sternenjahr 365 Tage 6 Stunden 9′ 11″; welches eine Geschwindigkeit von ohngefähr 9722 Metres in der Secunde giebt. Diese rückgängige Bewegung der Erdbahn, oder ihrer Knoten, ist die unter dem Namen der *Vorrückung der Nachtgleichen* bekannte Erscheinung.

Was die Verhältnisse der Erdkugel zu den vorzüglichsten Körpern des Planeten-Systems betrifft, so beschränke ich mich darauf, sie in folgender Tabelle anzuzeigen, welche ich, nach den in den Werken von Hrn. Laplace und in der Astronomie von Delambre verzeichneten Resultaten, entworfen habe.

Planeten Körper.	*Durchmesser.*	*Dichtheit.*	*Masse.*	*Entfernung* von der Sonne.	*Excentricität* der Bahn.	*Neigung* der Bahn.	*Zeit* des siderischen Umlaufes.	*Geschwindigkeit.*
Sonne. - -	111,74	0,24	339630	0	0	0	0	0
Mercur. - -	0,38	2,88	0,171	0,39	0,206	7°,0	0,24	1,61
Venus. - -	0,96	1,05	0,92	0,72	0,007	3 23	0,65	1,17
Erde. - -	0,	1,	1,	1,	0,017	0 0	1,	1,
Mars. - -	0,52	0,93	0,13	1,52	0,093	1 51	1,88	0,81
Vesta. - -				2,36	0,183	7 7	3,66	0,65
Juno. - -				2,67	0,254	13 4	4,36	0,61
Ceres. - -	0,31			2,77	0,078	10 38	4,60	0,60
Pallas. - -	0,15			2,77	0,245	34 37	4,60	0,60
Jupiter. - -	10,86	0,24	309,	5,26	0,048	1 19	11,86	0,44
Saturn. - -	9,98	0,096	93,	9,54	0,056	2, 30	29,46	0,32
Herschel (Uranus.)	4,33	0,021	1,69	19,18	0,047	0, 46	84,02	0,22
Mond. - -	0,273	0,072	0,0146	1,		5,	0,075	0,034

Fünfte Anmerkung.

Von den Meteoriten.

Wenig Thatsachen sind für den Naturkundigen und Physiker so interessant, als das Herabfallen der Steine, welche *Meteoriten* oder *Aerolithen* genannt werden, und ehedem mit dem Namen *Donnersteine* oder vom *Himmel gefallene Steine* bezeichnet wurden. Die Ungläubigkeit hat alle ihre Beweifsgründe gegen eine Thatsache benutzt, deren die Geschichte zwar oft Erwähnung thut, allein welche die Gelehrten, bis in die letztern Zeiten, mit den Blut-Kröten-Regen u. s. w. in die Classe der Volksmährchen, die Wirkungen der Einbildung eines abergläubischen, durch das Vorurtheil verblendeten oder durch den Schreck erschütterten Geistes verwiesen hatten.

Titus Livius, Plinius, und eine sehr grofse Anzahl Geschichtschreiber der verschiedenen Zeitalter, hatten von den in verschiedenen Zeiten gefallnen Steinregen gesprochen, und die Thatsache auf die bestimmteste Weise beglaubiget. Man hatte die Academie der Wissenschaften oft mit dergleichen Gegenständen unterhalten; allein es war da mit wenig Geneigtheit darauf gehört worden, und im Jahre 1772 wollte Lavoisier, der mit noch zwey andern Commissarien zur Untersuchung eines, der Versicherung nach, bey Mans gefallenen, und noch ganz heifs unmittelbar nach seinem Falle aufgehobenen Steines beauftragt war, in selbigen nur einen Sand-Kiesel sehen, der vom Donner abgeschlagen worden wäre: die wahren Physiker, sagte er, haben das Daseyn jener vermeintlich vom Himmel gefallenen Steine für sehr zweifelhaft gehalten. Unterdessen fiel im Jahre 1796 eine grofse Menge dergleichen zu Benares in Indien; Exemplare davon wurden nach London geschickt; sie wurden in ihren mineralogischen und chemischen Verhältnissen von den Hrn. von Bournon und Howard sorgfältig untersucht: diese Gelehrten sammleten mehrere andere Meteoriten, und, von der Gleichförmigkeit ihrer Kennzeichen und ihrer Zusammensezzung aufgeregt, veranlafsten sie die Physiker, ihre Aufmerksamkeit auf diese Körper zu richten, und nachzuforschen, ob sie nicht wirklich einen meteorischen Ursprung

hätten. Als einige Jahre hernach Hr. Vauquelin sich einige Stücke dieser Steine verschafft, darin dieselben Grundstoffe, als Hr. Howard gefunden und die Documente untersucht hatte, welche ihren Fall bestätigten, so sprach er sich vor der ganzen Versammlung des Instituts völlig aus: Es sind, sagte er, aus der Atmosphäre auf die Erde gefallene Massen; es sind dergleichen in Frankreich, in England, in Indien u. s. w. gefallen, und alle gleichen sich in ihren physischen Kennzeichen, und in ihrer chemischen Zusammensetzung. Ich war bey Vorlesung jener Abhandlung gegenwärtig, und, der Beweise und berichteten Thatsachen ohngeachtet, zweifelte doch der gröſste Theil der Zuhörer noch.

Einige Naturkundige unterhielten in dieser Epoche das Institut mit diesen Stein-Fällen; einige Mathematiker suchten zu zeigen, wie diese, unserm Planeten sehr wahrscheinlich fremden, Körper auf seine Oberfläche gelangen könnten; und, mitten unter den Streitigkeiten und Zweifeln, welche sich deshalb erhoben (im Jahre 1803), erhielt man die Nachricht, daſs 30 Meilen von Paris selbst, bey Aigle in der Normandie, eine sehr groſse Menge Meteoriten gefallen wären. Ein Commissaire wurde an die Orte gesendet, er bestätigte die Thatsache auf die glaubwürdigste Art, und beschrieb sie umständlich auf eine so genaue Weise, daſs die Ungläubigkeit sich in ihrer letzten Schranke eingeengt sahe.

Der Fall der Meteoriten ist also eine unbestreitbare Thatsache; wir wollen die Erscheinungen bekannt machen, welche sie begleiten, die Kennzeichen dieser Steine darstellen, und die vorzüglichsten über ihren Ursprung geäuſserten Meinungen anzeigen. Da ich selbst mit den Hrn. von Saget, Carney und Marqué-Victor, im Jahre 1812 in die Gegenden von Grenada, sieben Meilen nordnordwestlich von Toulouse gesandt wurde, um einen solchen Fall zu bestätigen, so werde ich häufig Gebrauch von den Urkunden machen, die wir an den Orten gesammlet haben.

Die Meteoriten kommen in unsere Atmosphäre, in Gestalt einer Masse oder Feuerkugel, von einem im Allgemeinen wenig beträchtlichen Umfange an; sie entzündet sich schnell, und erscheint sodann wie eine Leucht-Kugel, welche sich mit einer auſserordentlichen Geschwindigkeit be-

wegt, und deren scheinbare Gröfse oft mit der des Mondes verglichen wird; bald ist sie kleiner, bald geht sie bis zu zwey und drey Fufs. Bey ihrer Bewegung schiefst sie oft gleichsam Sternchen, und läfst hinter sich einen glänzenden Schweif, welcher von der Flamme zu seyn scheint, die durch den Widerstand der Luft zurückgehalten wird. Der sehr lebhafte Glanz, welchen sie verbreitet, erhält sich einige Augenblicke, und sogar ein oder zwey Minuten lang, wenn sie verschwindet, so läfst sie gewöhnlich eine kleine weifsliche Wolke zurück, welche dem Rauche gleicht, und sich nach einiger Zeit zerstreuet. Nach Verlöschung des Lichts hört man einen oder mehrere den einer Kanone von grofsen Caliber ähnlichen Knalle; sie werden mit einem sehr starken Rollen begleitet, das dem mehrerer Tambours, oder verschiedener auf einem Steinpflaster rollenden Wagen ähnlich ist; es dauert einige Minuten und folgt der Richtung, die die Feuerkugel hatte. Da, wo sie vorüber fliegt und unmittelbar nach ihrem Vorüberfluge, hört man in der Luft ein Pfeifen und ein Geräusch, welches durch die mit Schnelligkeit herabfallenden Steine veranlafst wird, und welche mit Kraft auf die Erde schlagen, in welche sie mehr oder weniger eindringen.

Diese Steine, deren Zahl und Gröfse beträchtlich verschieden ist, sind heifs, wie verbrannt, und verbreiten im Augenblick ihres Falles einen Schwefel-Geruch.

Es ist sehr merkwürdig, dafs alle glaubwürdige Berichte, die wir von diesen Erscheinungen haben, genau alle dieselben Umstände darstellen; nur von dem mehr zum weniger ist Veränderung. Zu Grenada wurde die Feuerkugel nicht gesehen, weil der Himmel fast ganz bedeckt war; allein der Glanz, den sie verbreitete, war sehr lebhaft, er dauerte wenigstens funfzehn Secunden, und länger als eine Minute nach der Sage einiger Personen; der Knalle waren drey; man hörte sie in einer Entfernung von mehr als zwanzig Meilen; das Rollen dauerte einige Minuten in der Richtung von Nord-West nach Süd-Ost fort; der Raum, in welchem die Steine fielen, ist eine enge Zunge, die sich nach derselben Richtung hinneigt, und ohngefähr 4000 Metres lang und 400 Metres breit ist: diese Steine waren gewifs mehr als hundert an der Zahl: man hat davon nur zwanzig aufgehoben, der gröfste wog zwey Pfund.

Zu Aigle erschien der Meteorstein wie eine entzündete und sehr glänzende Kugel, die Gegend, auf welche die Steine fielen, war zwey und eine halbe Meile lang und eine Meile breit; man hat ihre Zahl auf mehr als dreytausend geschätzt, einer von ihnen hat 17 Pfund gewogen. Im Jahre 1492 fiel einer dergleichen zu Einsisheim in Elsafs, welcher 260 Pfund wog: man hat davon ein Stück von 20 Pfund im Museum der Naturgeschichte zu Paris.

Man siehet ein, dafs es unmöglich ist, etwas Bestimmtes über die wirkliche Höhe, Geschwindigkeit und Gröfse der Feuerkugeln zu sagen. Hr. Bowditsch, der übrigens ziemlich weitläuftige Beobachtungen über diejenigen sammelte, die er im Jahre 1807 zu Weston in dem Connecticut sahe, schlofs, dafs ihre Höhe gegen 30tausend Metres (sechs bis sieben Meilen); ihre Geschwindigkeit 4834 Metres in der Secunde, das ist, zehnmal gröfser, als die Geschwindigkeit einer Kanonenkugel, und halb so grofs, als die wäre, mit welcher die Erde um die Sonne läuft; was ihren kleinern Durchmesser betrifft, so setzt er selbigen auf 160 Metres. Alle diese Gröfsen scheinen mir sehr beträchtlich zu seyn: und als ich zu Grenada die geringe Breite des Erdstrichs sahe, auf welchen die Meteoriten gefallen waren; als ich Knalle hörte, deren Stärke anzeigte, dafs sie in einer ziemlich dichten Mitte und folglich in dem untern Theile unserer Atmosphäre erfolgten; als ich von einer grofsen Anzahl Zeugen sagen hörte, dafs sie das sehr starke Sausen der über ihren Häuptern weggefahrenen Masse in einer sehr bestimmten Richtung gehört hätten, so wurde ich versucht, zu schliefsen, dafs die Feuerkugel in dem Augenblick, als sie zersprang und die Meteoriten herabwarf, indem sie immer ihren Weg verfolgte, in einer geringen Höhe war.

Wenn die Uebereinstimmung unter den verschiedenen Umständen, welche die Ankunft der Feuerkugel begleiten, ihr Knall und ihre Zerstreuung in Steine, sehr merkwürdig ist, so ist die, welche diese Steine in ihren physischen und chemischen Kennzeichen darstellen, wirklich wunderbar: alle Exemplare der verschiedenen Meteorsteine, welche ich gesehen habe, scheinen nur Bruchstücke einer und derselben Masse zu seyn; und es ist beynahe dasselbe mit allen denen durch die Schriftsteller angeführten.

Sie bestehen in einem steinigen, gleichartigen, graulichen und körnigen Gemenge, das eine gröfsere oder klei-

sere Menge Körner eines Eisens im metallischen und sehr schmiedefähigen Zustande enthält.

Ich stelle ihre mineralogischen Kennzeichen folgendermaafsen fest:

Die Gestalt ist gänzlich unbestimmt und unregelmäfsig.

Die Oberfläche bietet von allen Seiten abgerundete und abgestumpfte Winkel oder Kanten, beynahe wie diejenige eines Körpers dar, welcher einen Anfang von Schmelzung erlitten hatte. Es ist eine sehr dünne Rinde, meistens einem blofsen oberflächlichen Anwurfe ähnlich, welcher jedoch bisweilen mehr als eine Linie Dicke hat. Sie ist häufig theilweise verglaset.

Sie ist *bräunlich schwarz*. Das Innere ist mehr oder weniger dunkel *aschgrau*, und es bedeckt sich, wenn es der Luft ausgesetzt wird, mit Rostflecken.

Der Bruch ist *matt*, *erdig*, *grobkörnig*, wie bey gewissen Sandsteinen: sie stellt oft *körnig abgesonderte Stücke* dar. Sie ist rauh bey der Berührung.

Die Meteoriten sind leicht zu zerbrechen; bisweilen sind sie sogar zerreiblich; sie zerbröckeln und pulverisiren sich leicht.

Sie sind hart genug, um das Glas zu ritzen; aber nur die Rinde giebt einige Funken am Stahl.

Ihre specifische Schwere ist nach der Menge des darin enthaltenen Eisens verschieden: man hat sie von 3, 3 bis auf 4, 3 gehen sehen; in denen von Grenada ist sie 3, 66 bis 3, 71 gewesen.

Dünne, dem Löthrohre ausgesetzte Stücke sind schwarz, glasartig und auf einigen Puncten mit schwarzen Kügelchen bedeckt worden. In diesem neuen Zustande waren sie der Rinde vollkommen ähnlich.

Das Eisen, welches diese Steine enthalten, ist im Allgemeinen in sehr kleinen Körnern, die oft dem blofsen Auge unmerklich sind; sonst ist es in kleinen Schüppchen, und manchmal in kleinen Stängelchen. Bey den Meteoriten von Grenada hat das, welches wir durch mechanische Theilung getrennt haben, in einigen Exemplaren, mehr als das Drittel ihres Gewichts ausgemacht: es war darin in so grofser Menge und so schmiedebar, dafs sogar an den Orten, wo es mit blofsem Auge nicht zu unterscheiden war, das

Ritzen mit einer Stahlspitze auf dem Steine einen metallischen Strich gab, der demjenigen genau ähnlich war, welchen selbiges auf einer Bleymasse zurückgelassen hätte.

Die meisten Meteoriten enthalten auch Kiespuncte, bisweilen sogar sehr ausgezeichnete Kiese.

Die so eben gegebene allgemeine Beschreibung begreift alle mir bekannten Meteoriten, ohne diejenigen, welche im Jahre 1806 bey Alais gefallen sind; diese sind schwarz, kohlenartig und leicht, (specif. Gew. 1, 9) fast zerreiblich, obschon sie übrigens dieselbe wesentliche Zusammensetzung, als die andern Meteoriten haben.

Unter den Unterschieden, welche einige der bekannten Meteoriten darstellen, wollen wir die merklich schiefrige Textur von dem von Einsisheim; die merklich crystallinische Textur des zu Chassigny bey Langres im Jahre 1815 gefallenen anführen: er scheint von kleinen, lebhaft und perlmutterartig glänzenden Platten, wie gewisse Perlspathe zusammengesetzt zu seyn, mitten unter den Platten hat Gillet einen Crystall gefunden, der ihm schien, einige Analogie mit den Augit-Crystallen zu haben: dieser Meteorit wirkt nicht auf die Magnetnadel, obschon er beynahe ein Drittheil seines Gewichts an Eisenoxyd enthält.

Die Gleichförmigkeit der Zusammensetzung wird durch die folgende Tabelle angezeigt.

	durch Vauquelin.				durch Klaproth.	
	Einsis-heim.	Bé-nares.	Aigle.	Atlais.	Lissa.	Eich-staedt.
Kieselerde . .	56	48	53	30	43	37
Magnesia (Talkerde)	12	13	9	11	22	21,5
reine Thonerde .	-	-	-	-	1,5	-
Kalk . . .	1,4	-	1	-	0,5	-
Eisen . . .	30	38	36	40	29,0	35,5
Nickel . . .	2,4	3	3	-	0,5	1,5
Chromium . .	-	-	-	1	-	-
Schwefel . .	3,5	-	2	0,1	-	-
Kohlenstoff . .	-	-	-	2,5	-	-
Ueberschufs oder Verlust	+ 5,3	+ 2	+ 4	− 3,4	− 3,5	− 4,5

Alle andere, durch verschiedene Chemiker gemachte, Analysen von Meteoriten bieten fast gleiche Resultate dar: ich mufs jedoch davon die ausschliefsen, welche an dem im Jahre 1808 zu Stannern in Mähren gefallenen Steine gemacht worden, und in welchem Hr. Vauquelin 9 Theile reine Thonerde, 12 Theile Kalk, und keine Magnesia gefunden hat. Der steinige von Kieselerde und Magnesia in dem Verhältnifs von ohngefähr 3 zu 1 zusammengesetzte Theil der andern würde keinem unserer Steine gleichen; und er würde durch seine Zusammensetzung, die Mitte zwischen den Pleonast und den Olivin, zweyen vulcani-

schen Substanzen, den Producten des feurigen Weges, halten.

Obschon das Eisen, welches man aus den Meteoriten ziehet, sehr grofsen Theils nur mechanisch beygemengt ist, so ist doch nicht weniger aufserordentlich, selbiges beständig darin in dem Verhältnifs von 30 zu 40 pro Cent zu finden. Allein noch viel aufserordentlicher ist: selbiges darin im metallischen Zustande zu sehen, und noch mehr es darin so schmiedefähig zu haben, als das gewöhnliche Eisen nicht ist: das Eisen der Meteoriten von Grenada war mild, wie Bley: rührt diese Eigenschaft vom Nickel her, mit welchem es gewöhnlich vermischt ist? rührt sie von einer besondern Verbindung mit dem Schwefel her? Die Gegenwart des Kohlenstoffes ist nicht weniger merkwürdig: die Meteoriten von Alais enthalten eine ansehnliche Menge desselben, und das rufsige Ansehen der Rinde scheint ihn in den meisten derselben zu verrathen. Zum Schlufs, obschon alle jene Grundstoffe sich auch in unsern Mineralien finden, so ist doch nicht weniger wahr, dafs die Meteoriten keinem der Körper gleichen, die uns auf unserer Erdkugel, sowohl im Bezug auf ihre Zusammensetzung, als der mineralischen Kennzeichen, bekannt sind.

Die Menge Eisen, welches sie enthalten, nimmt bisweilen dergestalt zu, dafs selbiges der vorherrschende Theil und sogar der einzige wird, und man hat sodann mehr oder weniger reine Eisen-Massen: wahrscheinlich macht die Zähheit ihrer Theilchen, welche sich ihrem Zerbrechen und Zerstreuen in kleine Theile entgegensetzt, dafs sie in gröfsern Massen, als die steinigen Meteoriten, fallen.

Uebrigens führen die Naturkundigen keine andern Eisen-Massen, die man fallen gesehen hat, als die von Agram in Croatien an; die eine wiegt 71 Pfund, und die andre 16; ihr Fall, welcher im Jahre 1751 Statt fand, wurde mit denselben Umständen, als bey den Meteoriten begleitet; bey den Analysen von Klaproth haben sie 96 Theile Eisen und 4 Theile Nickel gegeben. Man beziehet auf das Meteor-Eisen eine grofse Anzahl Massen dieses Metalls, welches man auf der Erdoberfläche findet und dessen Entstehung bis jetzt sehr problematisch gewesen war; solche sind unter andern;

1) die, welche Pallas in Sibirien auf dem Gipfel eines hohen Berges gesehen hat, deren Gewicht ohngefähr 16

Zentner beträgt, und welche die Einwohner als vom Himmel gefallen ansehen: unter einer rauhen und eisenartigen Rinde stellt diese Masse ein mildes weifses Eisen dar, wie ein grober Schwamm voller Löcher, welche mit einem glasartigen, bräunlichen oder grünlichen durchscheinenden Stoffe, der mit dem Olivin vieles gemein hat; dieses Eisen enthält ein wenig Nickel und Schwefel.

2) Eine ungeheure Masse hammerbares Eisen, welches vom Hrn. von Humboldt in den Ebenen von Neu-Biscaya in Amerika beobachtet worden, und dessen Gewicht gegen vierhundert Zentner geschätzt wurde: Klaproth hat daraus 3 pro Cent Nickel gezogen.

Den Meteoriten und der äufsersten Zertheilung, welche sie bey ihren Knallen erlitten haben können, schreibt man auch jetzt noch den Fall verschiedenen grauen, rothen oder schwarzen Staubes zu, welcher, mit dem Regenwasser vermischt, zu den Fabeln vom Blutregen und andern bey einigen Geschichtschreibern erwähnten, Veranlassung gegeben haben wird.

Allein, wie ist die Entstehung dieser so aufserordentlichen Körper? woher kommen sie zu uns?

Im Jahre 1799, sagte Werner, indem er bey seinen Vorlesungen Stücken der Meteoriten von Eichstädt in Baiern vorzeigte, es könnte sehr möglich seyn, dafs es Körper wären, die durch die Monds-Vulcane auf die Erde geworfen worden; und dies auch die Meinung verschiedener ausgezeichneter Gelehrten sey. Die französischen Mathematiker haben seitdem diese Frage untersucht, und Hr. Poisson hat gefunden, dafs eine Wurf-Kraft von einer Geschwindigkeit von 2147 Metres in 1 Secunde hinreichen würde, um einen Körper von der Oberfläche des Mondes auf die Oberfläche unserer Erde zu bringen [1]); eine solche Geschwindigkeit würde fünfmal gröfser seyn, als die von einer Kanonenkugel, und wenigstens eben so viel mal beträchtlicher, als die, welche man vernünftiger Weise denen durch die irdischen Vulcane ausgeworfenen Körpern beylegen kann (§. 61). Bey dieser Hypothese würden alle Meteoriten Stücke der Monds-Masse seyn; und diese Masse wäre also aus einer

1) Bulletin de la Société Philomatique.

einzigen und derselben Materie zusammengesetzt: mit der Erde ist es nicht so. Könnte man sie als Producte der Monds-Vulcane auf dieselbe Art betrachten, als die Basalte, die Trachyte, den Olivin, den Augit, das Titan-Eisen u. s. w. Producte der irdischen Vulcane sind?

Hr. Chladni und die meisten Astronomen sehen sie als in dem Weltraume umher irrende Körper an, welche, indem sie sich in ihren Bahnen bewegten, in die Attractions-Sphäre der Erde geführt wurden, und sich auf ihre Oberfläche stürzten. Alle jene Himmels-Körper, alle jene kleinen Planeten oder Kometen, würden also von gleicher Beschaffenheit, allein gänzlich verschieden von der der Erde seyn; denn diese Meteoriten sind einander alle und keinem irdischen Körper ähnlich?

La Grange und andere Mathematiker haben sie als Stücke von einem zersprungenen Planeten angesehen. Es würden also Stücke dieses Planeten in Griechenland, 1478 Jahr vor unserer Zeitrechnung, und zu Langres, 3293 Jahr hernach gefallen seyn?

Wenn man annähme, daſs die Meteoriten zu verschiedenen Planeten gehörten, so müſste man daraus schlieſsen, daſs alle von einerley Beschaffenheit sind, der, welcher im Jahre 1492 eines seiner Stücke zu Einsisheim herabwarf, und der, welcher im Jahre 1812 die seinigen bey Toulouse niederschleuderte.

Jene so merkwürdige Gleichförmigkeit in der Beschaffenheit könnte dahin führen, eine Gleichförmigkeit bey der Entstehung und Bildung anzunehmen; und der Zusammensetzungs-Raum, sowohl als seine Analogie mit dem einiger Producte unserer Vulcane, würde einen feurigen Ursprung anzeigen; allein wenn man durch Folgerung und nach den bekannten Thatsachen schlieſst, so können wir sogar keine solche Formation in unserer Atmosphäre begreifen; würden sich die Kieselerde, die Magnesia (Talk) das Eisen u. s. w. in Gas-Gestalt in die höchsten Luft-Regionen erhoben haben? Wie würden sie sich augenblicklich in oft mehrere Zentner wiegende Massen vereinigt haben? Uebrigens zeigt der schiefe Flug, den die Feuerkugeln in Bezug auf die Richtung der Schwere haben, bestimmt an, daſs sie in Folge einer schon erhaltenen Wurf-Kraft in unsere Atmo-

sphäre gelangt sind: und diese Wurf-Kraft muſs unserm Planeten fremd seyn, diese Körper sind da also auch fremd.

Uebrigens würde es auſser unserm Plane seyn, uns bey diesen verschiedenen Hypothesen länger aufzuhalten; und uns auf die bestimmtesten Thatsachen beschränkend, sagen wir, daſs die Meteoriten auf unserm Planeten fremde Körper sind, daſs sie von einer sehr groſsen Geschwindigkeit angetrieben in unsere Atmosphäre gelangen; daſs sich ihre Oberfläche wahrscheinlich durch die Wirkung dieser Schnelligkeit, und der daraus gegen die Lufttheilchen entstehenden Reibung, entzündet und ihre Masse sich erhitzt, daſs sie in Folge dieser Erhitzung knallen, zerspringen und ihre Stücke auf die Erde werfen; daſs diese Bruchstücke in ihrem Fluge auf ihrer Oberfläche noch eine Hitze erleiden, welche fähig ist, sie zu verbrennen und zu schmelzen: denn sie fallen alle mit einer verbrannten Rinde herab, welche blos in den Theilen dicker zu seyn scheint, welche auf der Oberfläche der groſsen Meteor-Masse, vor ihrem Bruch, gewesen sind.

Wir verweisen wegen der nähern Umstände über die verschiedenen gefallenen Meteoriten, über ihre Kennzeichen und die Erscheinungen, welche ihren Fall begleitet haben, auf die Lithologie atmosphérique von Hr Izarn, auf die Memoires von Hr. Bigot de Morogues, und besonders auf die Abhandlungen von Hr. Chladni: dieser gelehrte und fleiſsige Physiker hat sich auf eine sehr specielle Weise mit dieser Materie beschäftigt; und schon im Jahre 1794. hatte er über die Feuerkugeln eine Abhandlung bekannt gemacht, welche man als das erste wirklich wissenschaftliche Werk ansehen muſs, welches über die meteorischen Körper bekannt geworden ist.

Sechste Anmerkung.

Von den Quellen.

Es fällt jährlich auf die Erdoberfläche eine Wasser-Schicht von ohngefähr einen Metre dick (§. 15); der gröſste Theil desselben wird durch die Ausdünstung wieder in die Atmosphäre geführt, allein der andere Theil dringt in den Erdboden ein, und geht hernach auf seiner Oberfläche in Gestalt von *Quellen* wieder hervor. Unser Gegenstand ist nicht, die Entsehung zu entwickeln und zu beweiſsen, welche wir den Quellen beylegen, indem wir sie als ein Product der Regenwasser ansehen; diese Materie ist schon durch die Berechnungen und Dissertationen von Perault, Mariotte, Halley u. s. w. erschöpft worden. Wir wollen nur einen Blick auf einige Umstände ihrer Bildung, auf die Ursachen werfen, welche sie in einigen Ländern in den Gebirgen häufiger, als in den Ebenen machen.

Wenn die Regenwasser auf ein aufgeschwemmtes Gebirge fallen, so dringen sie zwischen die Sand- und Erdtheilchen, welche dieses Gebirge ausmachen; sie bahnen sich vermöge ihres Gewichtes einen Weg, und dringen so tief ein, bis sie eine undurchdringliche Schicht antreffen: dies ist ein gewöhnlich mehr oder wenig reiner Thon. Da sie nicht tiefer gehen können, so gleiten sie gewissermaaſsen drüber weg; sie folgen den Biegungen derselben und gehen am Durchschnitt der Oberfläche der Schicht mit der Oberfläche des Bodens wieder zu Tage aus.

Da bisweilen die Schichten, welche die Gewässer aufhalten, eine hohle Gestalt haben, so stellen sie groſse Vertiefungen dar, in welchen die eingedrungenen Wasser sich sammeln: sie verbleiben daselbst, und bilden gleichsam unterirdische Sümpfe oder Behälter, in welche auch der darüber befindliche durchdringliche Gebirgs-Theil fällt. Das Niveau dieser Stauchwasser, welches sich durch die Wirkung der immer zuflieſsenden Filtrationen erhebt, findet endlich einen Ausgang, welcher den Ueberfluſs des Behälters, bisweilen in einer beträchtlichen Entfernung zu Tage

führt, und es erzeugt sich also eine Quelle. In solchen unterirdischen Behältern oder Seen endigen sich unsere Brunnen.

Es geschiehet bisweilen auch an gewissen Orten, wo geneigte Thonschichten durch eine Masse von lockerer Erde getrennt sind, daſs die Gewässer in diese Masse eindringen, sich dort erheben, und durch die Thonschichten eben so wie durch die Wände eines Gefäſses gehalten sind. Diese Thatsache findet an verschiedenen Orten in Flandern statt, und wenn man sich dort einen Brunnen verschaffen will, so durchsticht man vermittelst einer Sonde die Thonschichten; das Wasser geht durch das Loch heraus und springt bisweilen auf die Oberfläche. Im Fort Sct. François bey Aire, hat man auf diese Weise eine Quelle erhalten, indem man eine Lettenschicht weiter als 50 Metres unter der Oberfläche des Bodens durchstach [1]).

Die Quellen sind bisweilen blos ein unmittelbares Product des Eindringens der Regenwasser: solche sind zum Beyspiel die Quellen in Loiret bey Orleans; sie springen mitten in einem platten Lande, und rühren blos von dem Eindringen der Loire her, welche eine Meile davon entfernt flieſst; die beträchtlichste derselben verschafft noch 33 cubische Metres Wasser in der Minute, in den Zeiten, wo es nicht so häufig ist. [2])

Wenn die Regenwasser entweder mittel- oder unmittelbar auf ein Gestein fallen, so dringen sie, nachdem sie durch ein aufgeschwemmtes Gebirge geflossen sind, und indem sie den Klüften und Spalten folgen, so lange ein, bis das Gestein ganz dicht wird. Wenn sie auf selbiges stoſsen, so vereinigen sich alle diejenigen, welche durch in Verbindung stehende Klüfte herabgefallen sind, und folgen der untersten der Spalten, welche sie zu Tage leiten können; woraus folgt, daſs in den wenig zerklüfteten Gesteinen, oder deren Klüfte nur bis zu einer geringen Tiefe gehen, die Quellen in groſser Menge, aber wenig wässerreich seyn werden: dies ist der Fall fast mit allen Urgebirgen, und

1) Encyclopedie article Sonde.

2) Paganiol de la Force, Heraicart de Thury, etc.

hauptsächlich mit Granitgebirgen; die Gewässer quellen da von allen Seiten heraus, sie sind rein und helle.

Allein wenn die Gesteine für das Wasser gleichsam durchdringlich sind und Klüfte darstellen, welche bis zu grofsen Tiefen gehen, wie solche vornehmlich die Flötz-kalk-Gebirge sind, dann dringen die Regenwasser sehr oft wohl über das Niveau der benachbarten Thäler; da sammeln sie sich und bilden solche grofse unterirdische Behälter, welche wir schon erwähnt haben. Die ungeheuren Grotten und Höhlen, welche die Gebirge enthalten, gewähren ihnen einen schicklichen Aufenthaltsort; dies wird die tiefste der in diesen Hohlungen ausgehenden Klüfte seyn, welche Gelegenheit zu einer Quelle geben wird, deren Kraft gewissermaafsen mit der Verbreitung der Oberfläche des Behälters oder vielmehr mit der des Raums, welcher seine Gewässer dahin abgiebt, im Verhältnifs steht.

Diesemnach werden die Quellen wenig zahlreich in solchen Gebirgen seyn; ganze Thäler oder Räume von mehrern Quadratmeilen werden davon entblöfst, allein die, welche man dort finden wird, werden durch ihre Gröfse merkwürdig seyn. Aus den Kalkgebirgen kommen die, welche durch ihren grofsen Umfang berühmt sind; solche sind, in Frankreich, die Quelle von Vaucluse, welche man zu Kahne bis in die Höhle, aus welcher sie kommt, befahren hat 1); die Loue, in dem Iura, welche von ihrem Austritt zu Tage an vier Werke in Bewegung setzt u. s. w. 2).

Die verschiedene Lage der Grotten und ihrer Verbindungen in diesen Gebirgen giebt Veranlassung zu den Erscheinungen der Zauberbrunnen, die man in den physicalischen Werken beschrieben findet 3). Wenn der Canal, durch welchen das Wasser aus dem unterirdischen Behälter geht, in Form eines Hebers gekrümmt ist, und er mehr Wasser ausgiefsen könnte, als in den Bassin einfliefst, so wird, nachdem er alles Wasser, was zwischen dem Niveau

1) Lamartinière Dictionnaire de géographie,

2) André de Gy, Théorie de la terre.

3) Brisson Dict. de Phys. art Fontaines.

seiner Convexität und dem Puncte seyn würde, wo er sich in dem Behälter endigt, geleeret hat, das Abfliefsen aufhören und nicht wieder anheben, als bis das Wasser, welches fortwährend das Product der Filtrationen empfängt, zu der Höhe der Convexität des Hebers gelangt seyn wird. Dies ist der Fall mit der Quelle von Fontestorba, bey Bellesta in den Pyrenäen: in den trocknen Jahreszeiten ist ihr Nachlassen sehr merklich, dann fliefst das Wasser ohngefähr eine halbe Stunde lang, so dafs es eine Mühle treiben könnte, und hernach hört das Fliefsen eine andere halbe Stunde lang auf: zu der Zeit, als ich sie beobachtete, brauchte sie ohngefähr 10′ ihr Niveau zu erhöhen, 30′ voll zu fliefsen und 35′ ihr Niveau zu erniedrigen; kaum hatte sie die gröfste Tiefe erreicht, als sie von neuem stieg: sie förderte bey ihrem gröfsten Anschwellen ohngefähr zehnmal mehr Wasser, als bey ihrem gröfsten Sinken: wahrscheinlich waren die Entfernung zwischen dem Puncte, wo das Wasser aus dem Heber und demjenigen, wo es zu Tage ausgeht, so wie die von besondern Behältern herrührende Mischung der Gewässer, die Ursache der Unterschiede zwischen seinem Aufsenbleiben und demjenigen, welches statt findet, wenn ein Wasser sich vor unsern Augen durch einen Heber ergiefst.

Die Quellen sind im Allgemeinen, und bey übrigens gleichen Umständen, in den Gebirgen ergiebiger, als in den Ebenen.

Die Hauptursachen dieses Unterschiedes können herrühren:

1) Davon, dafs es auf die gebirgigten Länder mehr regnet. (§. 15). Die Gebirge üben eine Kraft auf die Wolken aus: wenn die Atmosphäre anfängt trübe zu werden, so bilden sich gewöhnlich um die Gebirgs-Gipfel herum die ersten Wolken; sie halten und häufen sich bei selbigen am meisten auf [1]).

1) Was ist die Beschaffenheit dieser Kraft, welche die Gebirge auf die Wolken ausüben? Es ist keine Wirkung ihrer Anziehungs-Kraft, wie man gemeiniglich sagt: wenn diese Kraft gegen einen Berg, gegen eine entfernte Wolke

2) Wahrscheinlich geschiehet auf den Bergspitzen eine viel gröſsere Menge von unsichtbaren Dunst-Niederschlage; mit andern Worten, die Thaue sind häufiger, wenigstens bey gewissen Umständen. Bergmann berichtet nach Mercator, daſs es nie auf der Jnsel *St. Thomas* regnet, allein daſs es in der Mitte derselben einen groſsen mit Holz bedeckten Berg giebt, welcher beständig mit Wolken umgeben ist, und von wo aus Bäche flieſsen, welche alle Lande fruchtbar machen [1]).

Man hat in Dünen Quellen bemerkt, welche versiegten, wenn die Jahreszeit trocken war, und welche zu flieſsen anfingen, als das Wetter feucht wurde: wenn Dünen, sagt Bergmann, die Feuchtigkeit der Luft anziehen, und sie in Wasser auflöſsen, was thun in dieser Rücksicht die hohen Berge nicht?

Die Bäume, die Pflanzen, die Moose, welche auf den Bergen sind, können nicht ermangeln, die Formation der Quellen daselbst zu begünstigen. Auſser ihrer Wirkung auf die Verdichtung der in der Luft schwebenden Dünste, die Kühlung, welche sie um sich verbreiten, und das Hinderniſs, welches sie den Sonnenstrahlen, die den Boden, den sie bedecken, nicht erreichen können, entgegensetzen, verhindern oder vermindern wenigstens die Ausdünstung der auf diesen Boden gefallnen Gewässer beträchtlich: sie zwingen sie gewissermaaſsen einzudringen und daselbst Quellen zu erzeugen. Der mitten unter den Unruhen der Revolution in einigen unserer Provinzen bewirkten Zerstörung der Waldungen schreibt man da die Verminderung der flieſsenden Gewässer zu.

triebe, so würde sie von dem Augenblick an, da sie in Berührung käme, mit mehr Nachdruck auf die schlechterdings von einander unabhängigen Theilchen wirken, sie würde sie gegen die Abfälle des Berges stürzen, und also die Wolke verschwinden machen. Das Meer wirft gewöhnlich an den Küsten die herbeygeschwommenen Körper aus: wahrscheinlich ist es eben so mit dem Luftmeer in Bezug auf die Dünste, womit selbiges geschwängert ist.

1) Physicalische Beschreibung der Erdkugel.

3) Die Eis- und Schneemassen, welche die Spitzen der hohen Berge bedecken, verschaffen einer grofsen Anzahl von Quellen, welche aus dem Fufse dieser Berge fliefsen, sogar während den gröfsten Trockenheiten, beständig Nahrung: und genau in diesen Zeiten bey der gröfsten Hitze, wenn die andern Quellen geringer werden, vergröfsern sich jene, und tragen also dazu bey, das Daseyn und die Kraft der grofsen Wasser-Ströme zu erhalten, welche auf der Erdoberfläche fliessen.

Die Form der Berge, ihre Erhöhung über den umliegenden Boden, ihre geringere Durchdringlichkeit für das Wasser, von welcher Beschaffenheit das Land der Ebenen im Allgemeinen nicht ist, u. s. w. tragen dazu bey, die Regenwasser bald zu Tage zu bringen, und folglich daselbst die Quellen zahlreicher, als in den Niederungen zu machen.

Siebente Anmerkung.

Von den durch die Vulcane hervorgebrachten Inseln.

Die Schriftsteller des Alterthums sprechen oft von den Inseln, welche man aus dem Schoofse der Meere Griechenlands hervorgehen gesehen hat. „Die berühmten Inseln „von Delos und Rhodos, sagt der Naturkundige Plinius, sind „nach dem Berichte in den Fluthen entstanden: sodann „hat man kleinere dergleichen erscheinen sehen, so wie „*Anaphea*, jenseits Melos; *Nea* zwischen Lemnos und dem „Hellespont; *Alone* zwischen Lebedos und Theos; *Thera* „und *Therasia*, in der Mitte der Cycladen, im 4ten Jahre „der 135ten Olympiade; *Hiera* oder *Automata*, die zwischen „den beyden vorhergehenden gelegen und 130 Jahr nachher gebildet worden ist. In unserer Zeit, 110 Jahr hernach, unter dem Consulat von M. Junius Silanus und „L. Balbus, den 8 vor den Jdus im Juli, (im Jahre 19 „nach unserer Zeitrechnung), ist *Thia* erschienen“ (Liv. II. Cap. 88 und 89.) Wir bemerken in Betreff dieser Stelle, dafs Plinius das als eine blofse Tradition ausgiebt, was er

von der Entstehung von Delos und Rhodos sagt, einer Entstehung, welche, wie man weiſs, mit Fabeln aus der Mythologie der Alten verbunden war; daſs dieselbe Ungewiſsheit in Bezug auf Anaphea (jetzt Namphio) herrscht; daſs das, was wir in denselben Meer-Gegenden beym Anfang des letzten Jahrhunderts geschehen sahen, den der Insel Therasia, Hiera und Thia zugeschriebenen Ursprung, sehr glaublich macht; daſs Thera (jetzt Santorin) nach den Bemerkungen des P. Hardouin, wenigstens theilweise zu der hier oben ihrer Formation angewiesenen Epoche schon vorhanden war; und dieser vorhandene Theil Kalkstein ist.

Strabon sagt bestimmt, daſs Hiera mitten unter Flammen entstund [1]). Plutarch und Justin berichten, daſs ihre Formation mit vielem Feuer und einem groſsen Aufwallen in dem Meere begleitet wurde. Seneca hat uns die genauen nähern Umstände der Formation dieser Inseln, mitten in dem Archipel, aufbehalten; er erzählt uns, daſs sie durch das Aufhäufen der Steine entstanden wären, welche die vulcanischen Kräfte, bald ohne sie beträchtlich verändert zu haben, bald nachdem sie selbige in den Zustand der Bimssteine versetzt hatten, in die Luft schleuderten, und daſs endlich die Spitze dieser Aufhäufung über den Gewässern erschien [2]). Nach diesen Zeugnissen ist es klar, daſs alle

1) Medio inter Theram et Therasiam loco, e mari flammae emicuerunt per dies quatuor, adeo ut totum ferveret mare, eoque paulatim elatam veluti instrumentis insulam e massis compositam ediderunt, ambitu XII. stadiorum.

2) Hier sind Seneca's Ausdrücke: Majorum nostrorum memoria, ut Possidonius tradit, cum insula in Aegeo mari surgeret, spumabat interdiu mare et fumus ex alto ferebatur. Nam demum producebat ignem, non continuum, sed ex intervallis emicantem, fulminum more, quoties ardor inferius jacentis superum pondus vicerat. Deinde saxa revoluta, rupesque partim illaesae, quas spiritus, antequam verteretur, expulerat, partim exesae et in levitatem pumicis versae: novissime cacumen montis emicuit. Postea altudini adjectum et saxum illud in magnitudinem insulae crevit. Idem, nostra memoria Valerio Asiatico cons. (das Jahr 47) iterum accidit. (Quaest. nat. II. c. 26.)

jene Inseln des Meeres von Griechenland, welche die Schriftsteller vorgeben aus dem Schoofs der Wellen hervorgehen gesehen zu haben, blos Gipfel von vulcanischen Gebirgen sind [1])

Solche Formationen haben sich seitdem und zu verschiedenen Zeiten in denselben Meer-Gegenden erneuert. Es scheint, dafs im Jahre 726. die Insel Hiera einen neuen Zuwachs erhielt und im Jahr 1457 (oder 1575) immer in dem Meerbusen von Thera, und mitten unter vulcanischen Convulsionen, sich eine neue kleine Insel fast an derselben Stelle bildete, wo Thia unter dem Consulat von Silanus erschienen, und nachher in die Wellen versunken war. Endlich hat sich zu Anfange des letzten Jahrhunderts noch eine neue Insel mitten unter den schon vorhandenen erzeugt. Da wir authentische Berichte von dieser sonderbaren Erscheinung haben, und selbige in den Stand setzen können, die von gleicher Art zu schätzen, so will ich, in Kurzem, die Haupt-Umstände dieser Formation darstellen.

Den 23 May 1707. bey Sonnen-Aufgang sahe man im Meere, eine Meile von den Küsten der Insel Santorin, einen schwimmenden Felsen. Matrosen hielten ihn für ein scheiderndes Schiff, und steuerten nach selbigen zu in der Absicht, es zu plündern: als sie dabey angekommen waren und gesehen hatten, was es war, hatten sie den Muth, darauf zu steigen, und brachten davon Bimsstein und einige daran gehangene Austern mit zurück. Der Felsen war wahrscheinlich nur eine grofse Masse Bimsstein, den das Erdbeben, welches zwey Tage vorher statt gefunden, von dem Meeres-Grunde losgerissen hatte. Nach einigen Tagen setzte er sich fest und bildete also eine kleine Insel, deren Gröfse mit jedem Tage zunimmt. Den 14 Juny hatte sie 800 Metres im Umfange und 7 bis 8 Metres in der Höhe: sie war rund und von einer weifsen und leichten Erde (Bimsstein und *Peperino*) gebildet. Zu dieser Zeit fing das

1) Man sehe nähere Nachrichten über diese Inseln in den gelehrten Abhandlungen von Hrn. Raspe unter dem Titel: Specimen historiae naturalis Globi terraquei, praecipue de novis e mari natis insulis; und in der Chorographie de la Grèce, von Hrn. Malte-Brun, im X. Bande seiner Géographie universelle.

Meer an, sich zu bewegen; und es machte sich auf der Insel eine Hitze fühlbar, welche den Zugang verhinderte, ein starker Schwefelgeruch verbreitete sich rings herum. Den 16ten July sahe man ganz nahe 17 bis 18 schwarze Felsen erscheinen; den 18 stieg zum ersten Mal ein dicker Rauch hervor: und man hörte unterirdische Getöse; den 19. erschien das Feuer und seine Wirksamkeit nahm stufenweise zu. In den Nächten schien die Insel blos eine Vereinigung von Oefen zu seyn, welche Flammen spieen: ihre Gröſse vermehrte sich, und der Geruch wurde zu Santorin unerträglich. Das Meer kochte heftig und warf todte Fische an die Küsten; die unterirdischen Getöse waren starken Kanonenschüssen ähnlich; das Feuer machte neue Oeffnungen, aus welchen Regen von glühender Asche und Steinen ausströmten, welche bisweilen in einer Entfernung von 2 Meilen niederfielen [1]). Dieser Zustand der Dinge dauerte ein Jahr lang.

Den 15ten July 1708 näherte sich der P. Gorré der Insel, und folgendes ist der Bericht, den er von seiner Reise abstattete. „Wir trugen Sorge, uns ein gut kalfatertes Fahr„zeug (un caïque) zu verschaffen . . . Wir lieſsen rechts „durch einen Ort, wo das Meer nicht wallte, aber wo es „noch rauchte, auf die Insel lossteuern. Kaum waren wir „in den Rauch hineingefahren, so empfanden wir eine er„stickende Hitze. Wir thaten die Hand ins Wasser und „fanden es brennend heiſs: wir waren jedoch noch 500 „Schritt von der Insel. Da es keinen Anschein hatte, da „weiter vordringen zu können, so wendeten wir uns gegen „die von der groſsen Mündung entfernteste Spitze. Das „Feuer war auch hier, und das Meer, welches groſse Wal„lungen warf, nöthigte uns, einen langen Umweg zu ma„chen, und wir fühlten immer noch groſse Hitze . . . Wir „stiegen auf die *groſse* Camoeni (Hiera), und wir hatten „die Bequemlichkeit, die neue Insel ohne viel Gefahr zu un„tersuchen: sie konnte ohngefähr 200 Fuſs Höhe, tausend „Fuſs in ihrer gröſsern Breite, und ohngefahr fünftausend „im Umfange haben Als wir zu Santorin landeten, „machten unsere Schiffsleute uns bemerkbar, daſs die groſse

1) Histoire de l'Academié, 1708.

„Hitze des Wassers fast alles Pech unserer Barke, welche „anfing sich von allen Seiten zu öffnen, weggeschmolzen „hätte."

Hr. von Choiseul, welcher im Jahre 1776 die Orte besuchte, sagt, dafs während 10 Jahren nach der Bildung der neuen Insel der Vulcan derselben mehrere Ausbrüche hatte, und jetzt ganz unwirksam ist. „Das Wasser, sagt er, „ist an keinem Orte mehr warm, man bemerkt daran nicht „einmal eine Ausdünstung: man siehet blos an seinen Sei„ten eine grofse Menge Erdpech und Schwefel ausströmen, „welche auf dem Wasser schwimmen, ohne sich damit zu „vermischen."

Die Insel Santorin, deren Oberfläche ohngefähr acht Quadratmeilen beträgt, stellt einen weiten halbrunden Meerbusen dar, welcher vier Meilen im Durchmesser hat, und dessen Grund noch keine Sonde erreichen können. Der vollends ausgezogene Kreis würde durch die Insel Therasia (jetzt Aspronysi) gehen, welche der Krümmung dieses Kreises folgt; in der Mitte befinden sich drey kleine Inseln, wovon wir gesprochen haben; man nennt sie *Camoeni*, das heifst, verbrannte. Die Gesteine, welche den Meerbusen begränzen, sind schwarz, kalkartig, glasartig, und von der Beschaffenheit des Obsidians, sie erheben sich mehr als 200 Metres über das Niveau des Wassers; das Uebrige der Insel ist Kalkstein. Demnach scheint es, dafs der Meerbusen ein ehemaliger in der That ungeheurer Krater ist, und wovon ein Theil in das Meer gestürzt ist; dafs Therasia eine Spur seiner Ufer ist; dafs der Vulcan, zu welchem er gehört, in dem Grunde des Meeres noch brennt, und dafs selbiger, bey seinen grofsen Ausbrüchen, drey kleine Inseln aus der Mitte hervorgebracht hat. Was Santorin betrifft, so scheint es, dafs selbiges, weit entfernt, seine Entstehung von den unterirdischen Feuern zu haben, durch selbige vielmehr zerrissen und fast vernichtet worden [1]).

Der Archipel der azorischen Inseln hat bisweilen dieselben Erscheinungen, als der in Griechenland, dargestellt.

1) Man sehe die Pläne von dieser Insel und dem Meerbusen, in der vortrefflichen *Voyage pittoresque de la Grèce* par M. de Choiseul.

Im Jahre 1638 erschien eine von Sct. Michael wenig entfernte Insel. Im Jahre 1720 bildete sich, in Folge eines Erdbebens, eine neue Insel zwischen Tercère und Sct. Michael: sie warf viel Rauch aus; der benachbarte Meeres-Grund wurde sehr heiſs gefunden; die Höhe der Inseln, welche anfänglich beträchtlich genug war, um sie sechs Meilen im Meere sehen zu können, wurde dergestalt niedrig, daſs sie schon im Jahre 1722 mit dem Wasser in einer Ebene war [1].

Im Jahre 1783 sahe man einen groſsen Rauch an der Südwest-Küste von Island: das Meer wurde mit Bimssteinen bis in eine Entfernung von mehrern Meilen bedeckt; es stieg in einer geringen Entfernung von der Erde eine kleine Insel empor, welche eine ungeheure Menge Flammen und Bimssteine ausspie. Ihre Länge und Breite wurden bestimmt; der König von Dänemark gab ihr einen Namen; allein, als man sie das folgende Jahr auf Befehl der Regierung wieder in Augenschein nehmen wollte, fand man sie nicht mehr: sie war verschwunden.

Eine neue Insel ist auch vor einigen Jahren an der Küste von Kamschatka entstanden. Den 10ten May 1814 gegen 2 Uhr Nachmittags, bey ruhigem und heiterm Wetter, hörte man plötzlich ein beträchtliches Getöse, und sahe ungefähr vierhundert Metres von dem Ufer, mitten unter Explosionen, deren Krachen dem der Kanonen gleich war, Flammen und dicke Dampfwolken aufsteigen; ungeheure Erd- und groſse Stein-Massen wurden mit Gewalt in die Luft geschleudert. Dieser Zustand der Dinge dauerte bis zum Abend, dann sahe man eine kleine Insel erscheinen, welche aus verschiedenen Mündungen Erdpech auswarf.

Zehn Tage hernach suchte man nach selbiger vorzudringen; man fand anfänglich einige Schwierigkeiten wegen des verhärteten Erdpechs, welches die Insel umgab; der Boden erhob sich gegen 3 Metres über das Meer, und war ganz mit einer weiſslichen und steinigen Masse bedeckt [2].

1) Histoire de l'Académie, 1722.

2) Annales of philosophy, 1814.

Dies sind die vorzüglichsten Thatsachen, welche die Geschichte, in Bezug auf die Formation der Inseln durch die unterirdischen Feuer, auf uns übergetragen hat; man siehet, dafs selbige blos Haufen von Bimssteinen, von Schlakken sind, welche die vulcanischen Feuer über einander geschüttet haben, und dafs das Einsenken dieser unzusammenhängenden Stoffe diese Inseln einige Zeit darauf wieder unter das Wasser gebracht hat, als selbige aus selbigem hervorgegangen waren.

Achte Anmerkung.

Von der Verminderung der Meerwasser.

Das Meer hat ehedem unsere höchsten Berge bedeckt: die Thatsache ist so bestimmt und aufserordentlich, dafs man wohl vermuthet, ihre Erklärung sey der Gegenstand der Betrachtung der Gelehrten gewesen.

Einige haben mit Deluc angenommen, dafs es im Innern der Erde grofse Höhlen gäbe, und da ihre Gewölbe tief hineingingen, so hätten sie einen Theil der Gewässer des Oceans verschluckt, welche also niedriger geworden wären. Allein das, obschon übrigens mögliche, Daseyn jener ungeheuren Höhlen wird weder durch eine Thatsache, noch auch durch eine Analogie angezeigt. Da im Gegentheil Beobachtungen gelehrt haben, dafs die Erdkugel in ihrem Innern dichter, als auf ihrer Oberfläche, und ihre mittlere Dichtheit ohngefähr fünf Mal gröfser, als die des Wassers ist, so würden diese Beobachtungen uns veranlassen, grofse Theile des Meeres aus jenem Innern mehr zurückzuziehen, als dahin zu führen.

Wenn die Gewässer nicht in das Innere der Erdkugel eingedrungen sind, so müssen selbige nothwendiger Weise sich in Dünste auflösend, unsern Planeten verlassen haben und in andere Theile der Welt übergegangen seyn. Demaillet hatte, vielleicht auf Eingeben des sinnreichen Fontenelle, schon diese Meinung geäufsert. So aufserordentlich sie auch scheint und ob sie schon auf keine Weise weder eine mittel- noch unmittelbare Folgerung bekannter That-

sachen ist, so zeigt sie doch nichts Unmögliches an, und hat sogar einen Schein von Wahrscheinlichkeit in den Augen des ersten Meteorologen, des übrigens eben so bedächtigen als gescheiden Geologen: nachdem Saussure in seinen vortrefflichen *Essais sur l'hygrométrie* (§. 273) bemerkt hat, daſs die Kälte der hohen Regionen unserer Atmosphäre das auf der Oberfläche der Erdkugel befindliche Wasser auf selbiger zurück und gefangen hält, daſs selbiges ohne dieses Band, nach erfolgter Auflösung in Dünste und Durchgang durch die Regionen, wo die Luft äuſserst dünn ist, sich in den unermeſslichen Raum, welcher die Himmelskörper trennt, zerstreuet, und unsere Erde dürre und wüste gelassen haben würde, so fügt er hinzu:

„Es ist jedoch nicht unmöglich, daſs dieses Bandes „ohngeachtet noch einige Theile entweichen, welche sich „mit dem Aether vermischen und also unsere Erde verlas„sen: diese eine lange Reihe von Jahrhunderten hindurch „sich vermehrten Verluste könnten sogar endlich eine merk„liche Verminderung an den Gewässern unserer Erdkugel „hervorbringen oder schon hervorgebracht haben.“

Werner, welcher für diese Meinung geneigt war, bemerkt, daſs vielleicht einer von den Himmelskörpern, welche sich bisweilen der Erde ziemlich nähern, bey seinem Vorübergange ihr einen Theil ihrer Atmosphäre und folglich auch ihrer Gewässer entnehmen konnte.

Die Gebirge sind im Schooſse der Gewässer gebildet worden; dies ist unwiderlegbar: aber folgt daraus, daſs die Haupt-Masse der Meere eine Verminderung erlitten habe? Dies ist schon nicht so bestimmt; und vielleicht werden, wie einige Schriftsteller sagten, besondere Ursachen, so wie eine Veränderung in der Lage der Erdaxe, die Meere blos verlegt, und das, was ehedem in ihrem Schooſse war, entblöſst haben. Allein erstlich, reicht das, was wir über die Gestalt der Erde gesagt haben, hin, um zu beweiſsen, daſs seit der Formation oder dem Festwerden ihrer Mineral-Rinde keine ansehnliche Veränderung in der Umdrehungs-Axe Statt gefunden hat, und zweytens, diese Veränderung nie eine groſse Anzahl von Muschelstein-Gebirgen, welche in den Gewässern gebildet worden, unter selbige gebracht haben würde. Wir haben zum Beyspiel, fas unter dem Aequator zu Guancavelica, Kalkstein-Schichten mit Mu-

scheln in einer Höhe von 4300 Metres über dem Meere; jede Veränderung in der Lage der Erdaxe könnte die Gewässer unter diesen Schichten noch niedriger machen, wenigstens könnte selbige sie nicht erhöhen.

Hutton, Playfair u. s. w., die noch weiter gehen, werden sagen: die Gebirge sind zwar in dem Schoofse der Meere gebildet worden, dies ist bestimmt; allein, dafs sie jetzt nicht mehr darin sind, ist kein Grund, warum die Gewässer ehedem in der Höhe der jetzigen Bergspitzen gewesen sind: nach ihrer Formation können diese Gebirge und unsere Continente über das Niveau des vormaligen Oceans erhoben, und in ihre gegenwärtige Lage gesetzt worden seyn. Es scheint mir, dafs, um uns aus einer Verwirrung zu ziehen, man uns in eine viel gröfsere wirft; weil wir in Verlegenheit sind, das, so zu sagen, bewegliche Niveau der Meere sinken zu lassen, so schlägt man uns vor, das beständige Niveau der festen Erde zu erhöhen! Wenigstens war bey den angezeigten Mitteln, zum Erniedrigen des erstern, keine Unmöglichkeit; einige Betrachtungen könnten sogar erlauben, sich einige Augenblicke dabey aufzuhalten: allein eine allgemeine Erhebung ist allen unsern Kenntnissen über die Gestaltung der Erd-Oberfläche und die Lage der mineralischen Massen, welche sie zusammensetzen, so wie auch allen Begriffen zuwider, welche jene Kenntnisse an die Hand geben können. Die Erscheinungen der Umkehrung der Schichten, der Erhöhung einiger kleinen Gebirgs-Theile, welche ein wenig über des Niveau der anliegenden Theile, beym Herabsinken der letztern durch eine Art von Zerrüttung gebracht worden, wie man es in den Steinkohlengebirgen siehet; die Erscheinungen bey der Entstehung der vulcanischen Berge (§. 75 und 93) u. s. w., sind Thatsachen von einer ganz andern Art; und man kann nicht Gegenstände von verschiedener Gattung vergleichen, dies ist einer der ersten Grundsätze der Natur-Wissenschaften.

Wenn man übrigens, in Folge bestimmter Beobachtungen, Beweise von der wirklichen Verminderung der Gewässer der gegenwärtigen Meere hätte, so könnte man sich dabey jeder Hypothese enthalten; auch hier, so wie bey einer grofsen Anzahl von geognostischen Fällen, würde

man die Thatsache mit ihren unmittelbaren Folgerungen annehmen, ohne sich um die Ursache zu bekümmern.

Verschiedene Gelehrte haben folglich gesucht, diese Verminderung der gegenwärtigen Meere zu bestätigen. Unter andern haben sich Academiker aus Upsal Linnée und Celsius besonders mit diesem Gegenstande beschäftigt. Sie ließsen im Jahre 1731 waagrecht mit dem Wasser einen Einschnitt in einen Felsen machen, welchen das baltische Meer nördlich von Loesgrund bespühlte; dreyzehn Jahr nachher befand sich das Meer 6 schwedische Zolle (0, 18 Metre) niedriger, und das Erniedrigen dauert nach den zuletzt gemachten Beobachtungen noch fort [1]). Ein anderes auf einem Felsen in dem Hafen von Vasa eingegrabenes Zeichen zeigte, nach fünf und zwanzig Jahren, ein Fallen von fünf Zoll (0, 15 Meter) an.

Mehrere andere Beobachtungen über die Verminderung der Tiefen in den Häfen, über die Vereinigung von Erdarmen, die ehedem durch die Gewässer getrennt waren, zeigten auch ein Sinken des Niveau im baltischen Meere an.

Einige der angeführten Beweise fanden, sogar im Schoofse der Academie, Widersprecher: Brovalius und einige andere erhoben sich vornehmlich gegen eine Ausdehnung, die man einer nur eine Localität betreffenden Folgerung geben wollte. Bergmann, als Zeuge dieses ganzen Streites, wiederholt ihn kürzlich, indem er sagt: dafs die zu Gunsten der Verminderung der Meer-Gewässer gegebenen Beweise selbige äufserst wahrscheinlich machen; dafs sie jedoch nicht vor jedem Einwurfe geschützt sind; allein dafs die, welche man gemacht hat, ihm nicht zu beweifsen schienen, dafs die Verminderung nicht Statt fände [2]).

Man hat auch in Italien eine grofse Anzahl Beobachtungen über die gegenseitige Erhöhung des Niveau des Meeres und der Küsten gemacht; und das Ganze dieser Beobachtungen würde sogar eher eine Erhöhung, als ein Niedrigwerden des erstern beweifsen. So würde, zum Beyspiel, das vor-

1) Hr. von Buch, Voyage en Norwège, tom. 2. pag. 279.

2) Physicalische Beschreibung der Erdkugel, §. 152.

malige Pflaster der Hauptkirche von Ravenna jetzt einen halben Fuſs unter dem Niveau der Gewässer seyn: und man kann nicht annehmen, daſs selbiges in einer so nachtheiligen Lage errichtet worden wäre.

Hr. Breislak bemerkt, daſs auf der Insel Capreä einiges Pflaster der Palläste von Tiberius jetzt mit den Gewässern bedeckt sind: übrigens können auch Einsenkungen des Bodens jene Veränderungen der gegenseitigen Lage hervorgebracht haben. Hr. Breislak bemerkt selbst, daſs die Erscheinungen am Tempel des Jupiter Serapis bey Puzzuolo, zugleich Spuren von Fallen und Steigen darstellen: wenn das Pflaster desselben auch jetzt auf der einen Seite ein wenig unter dem Meere ist, so würden doch auf der andern Seite drey Marmorsäulen, welche auſserhalb desselben sind und bey einer Höhe von zehn Fuſs auf einer Zone von sechs Fuſs Breite eine Menge Spuren von Seewürmern darstellen, anzuzeigen scheinen, daſs, seitdem die Säulen an Ort und Stelle sind, das Meer sechszehn Fuſs höher, als jetzt gewesen ist [1]. Uebrigens werden wir uns sehr hüten, die geringste Folgerung aus diesen einzelnen und widersprechenden Thatsachen zu ziehen: wir berichten sie hier blos deswegen, weil davon oft die Rede bey geologischen Streitigkeiten ist. Wir beschränken uns hier, zu bemerken, daſs die Beschreibungen der alten Geographen anzeigen, daſs unsere Küsten vor beynahe zwanzig Jahrhunderten ihre jezzige Gestalt hatten; und daſs die Beobachtungen der französischen Gelehrten in Egypten über die Lage einiger bey dem Niveau des Meeres aufgestellten Denkmäler keine merkliche Veränderung in der Erhöhung desselben, seit Errichtung dieser Denkmäler, anzeigen.

Man hat auch an den Denkmälern der Natur Beweise von dem Sinken der Meere gesucht. Hr. Playfair glaubt, daſs die Küsten Englands dergleichen darstellen: Cook und andere Schiffer haben dergleichen auch in den Aequatorial-Gegenden und in dem Süd-Meere gesehen; die Professoren

1) Hr. von Gimbernat hat auf eine eben so sinnreiche als wahrscheinliche Weise gezeigt, wie diese auſserordentliche Thatsache von einer Local-Ursache entstehen konnte. Bibliothèque universelle 1819.

Donat und Pini haben auf den über dem mittelländischen Meere wenig erhabenen Felsen Löcher und Spuren von Steinmuscheln (pholades) gefunden, die denen, welche man jetzt in denselben Gegenden unter dem Wasser siehet, allerdings ähnlich sind. Allein auch diese Thatsachen sind nicht beweifsend genug; sie scheinen einzig und allein von den Localitäten abzuhängen.

Ich mufs hier bemerken, dafs die Vergröfserung des Niveau-Unterschiedes zwischen der Oberfläche der Gewässer und einiger auf dem festen Lande beobachteten Puncte, welche Vergröfserung für die schwedischen Gelehrten ein Beweis von dem Sinken jener Oberfläche war, ist in den Augen von Hrn. Playfair blos eine Erhöhung der beobachteten Puncte: denn, sagt er, man wird das Sinken des Niveau der Meere nicht in einem Puncte annehmen können, ohne es nicht auch über die ganze Oberfläche des Oceans anzunehmen: und die in unsern Häfen gemachten Beobachtungen beweifsen, dafs dieses allgemeine Sinken nicht Statt findet. Die Hrn. von Buch und Breislak theilen jene Meinung über das Erheben der Lande; allein es scheint mir, dafs man eine so aufserordentliche Folgerung nicht annehmen könne, bevor die Thatsachen, von denen man sie ableiten will, nicht in allen ihren Einzelheiten bestätigt worden sind.

Werner bemerkt, dafs, wenn es gut bewiefsen wäre, dafs das Niveau der Meere sich genau in derselben Höhe hält, so könnte man daraus die Verminderung der Gewässer schliefsen; denn der Kies, Sand und Schlamm, den die Flüsse in ihrem Schoofs führen, und welcher nothwendig den Grund derselben erhöhet, müfste auch das Niveau dieser Gewässer erhöhen, wenn die Wasser-Menge dieselbe bliebe. Nachdem Manfredi gerade zu die Erhöhung des adriatischen Meeres-Grundes bewiefsen hatte, schlofs er aus einer Reihe weitläuftiger Berechnungen, dafs das allgemeine Niveau der Meere sich durch die Wirkung der durch die Flüsse zugeführten Stoffe in 348 Jahren um 6 Zoll erhöhen müfste.

Ueberhaupt, das Meer mag ehedem in einem viel höhern Niveau gewesen seyn, wie solches in den Augen fast aller Naturkundigen unbestreitbar ist; es mag auch in ei-

nem tiefern Niveau, als das jetzige ist, gewesen seyn, so wie es die Gestalt einiger Thäler und Theile des festen Landes, da wo sich selbige unter die Gewässer verbergen, zu glauben verleiten, so können wir doch schliefsen, dafs das Ganze unserer Beobachtungen anzeigt: es bestehe keine merkliche Veränderung in dem Niveau der Meere seit den Zeit-Geschichten.

Sind die Gewässer in ihr jetziges Niveau durch die Wirkung eines Sinkens oder einer plötzlichen Bewegung, einer Revolution auf der Erdkugel gekommen, wovon die jetzige Ordnung der Dinge sich herschreibt, so wie es die Hrn Deluc, Cuvier etc. glauben, oder sind sie es durch die Wirkung einer stufenweisen Verminderung, in einer Ordnung der Dinge, wovon die unserige blos eine ununterbrochene Fortsetzung seyn würde, wie es Linnée, Bergmann, Werner etc., glaubten? Ich wage nicht zu entscheiden; obschon übrigens die Untersuchung der niedrigen Theile unserer Continente und unserer aufgeschwemmten Gebirge der erstern dieser beyden Meinungen eine gröfsere Wahrscheinlichkeit giebt.

Neunte Anmerkung.

Von den Haupt-Systemen der Geogenie.

Die Untersuchung der verschiedenen Arten, auf welche die Erdkugel gebildet seyn konnte, das heifst, der verschiedenen geogenischen Systeme, ist dieser Abhandlung fremd; man kann die Darstellung und Widerlegung von gegen funfzig dieser Systeme in der Théorie de la Terre (Theorie der Erde) von Lametherie sehen. Um jedoch die Kenntnifs der Systeme, welche zu jetziger Zeit die Aufmerksamkeit der Mineralogen fesseln und deren Erörterung sich immerwährend in die geognostischen Dissertationen mischt, nicht auf ein anderes Werk zu verweisen, will ich einen sehr kurzen Begriff von den Systemen von Buffon, Deluc, Hutton, Laplace und Herschel, geben.

System von Buffon.

Buffon hat angenommen, daſs ein mit Schnelligkeit bey der Sonne, einer brennenden und siedenden Kugel, vorübergelaufener Comet an einen Theil ihrer Oberfläche gestoſsen, selbigen abgerissen, und in den Weltraum geschleudert; und daſs dieser Theil, indem er sich um verschiedene Mittelpuncte vereinigte, die verschiedenen Theile des Planeten-Systems und folglich auch die Erde hervorgebracht hätte. Diese war also bey der Entstehung eine geschmolzene Masse (von glas- oder quarzartiger Beschaffenheit). Sie erkaltete und wurde zuerst auf ihrer Oberfläche fest; ein Theil der Dünste, welche die unermeſsliche Atmosphäre ausmachten, verdichtete sich, löſste sich in Wasser auf und bildete die Meere. Diese griffen die feste Rinde an, erweichten sie, nahmen die in Auflösung begriffenen Elemente davon hinweg, bearbeiteten sie wieder und indem sie selbige sodann in der Gestalt von Niederschlägen fallen lieſsen, gaben sie den mineralischen Massen und Schichten ihre Entstehung. Dieselben Meere furchten durch ihre Bewegungen und Strömungen die Rinde aus, die sie erst gebildet hatten, und erzeugten auf diese Weise unsere Berge und Thäler. Die Darstellung dieses Systems hat unserer Litteratur zwey seiner Meisterwerke den *Discours sur la théorie de la terre* (Rede über die Theorie der Erde) und die Epoques de la nature (Epochen der Natur) verschafft: was man auch über den Grund des Systems für ein Urtheil fällen möge, so findet man doch nicht weniger auf jeder Seite dieser Schriften jene Gröſse in den Ansichten und jenen erhabenen Styl, welche so gerecht von diesem Natur-Historiker sagen lieſsen, majestati naturae par ingenium.

System von Deluc.

Deluc, Ausleger von Moses Uebersetzung über die Formation der Erde, hat dreyſsig Jahre lang mit einem Eifer und einer unermüdeten Beharrlichkeit für die Vertheidigung eines Systems gestritten, welches ich so eben bekannt machen will, indem ich mich so nahe als möglich an die Ausdrücke des Autors halte. Der erste Mitanordner dieses

Weltgebäudes hat ursprünglich unsere Kugeln an den Orten, wo sie sind, gebildet. Uranfänglich wurden sie von *Pulvertheilchen* (pulvicules) oder trocknen und unzusammenhängenden Grundstoffen zusammengesetzt: das Licht wurde geschaffen und die Sonne wurde leuchtend: als ihre Strahlen auf die Erde kamen, entwickelten sie da die Ursache der Wärme; die Pulvertheilchen des Wassers wurden bis zu einer gewissen Tiefe flüssig, das Wasser nahm sodann einen Theil der Pulvertheilchen der andern Körper in Auflösung; ein anderer Theil von selbigen, welcher durch sein Gewicht mitten in dieser Auflösung hinabfiel, setzte sich im Meeresgrunde, das heifst, auf dem durch die Hitze noch nicht geschmolzenen Theil ab; er bildete da einen *Schlamm* (§. 83.): die aufgelösten Pulvertheilchen vereinigten sich nach den verschiedenen Gesetzen der Verwandschafft, sie krystallisirten und bildeten auf dem Schlamm eine feste Rinde: dies sind die Urgebirge. Da die Auflösung des pulverigen Wassers in Flüssigkeit fortdauerte, so entstunden leere Räume unter der Rinde; diese brach, und ihre Theile sanken ein. Die äufsern Gewässer, welche in diese Höhlen drangen, verminderten sich auf der Oberfläche, neue Pulvertheilchen mischten sich in die Auflösung, und es bildeten sich neue Schichten. Bey einer gewissen Epoche wurden die Pfeiler, welche eine grofsen Theil der Rinde unterstützten, verrückt; sie sank plötzlich ein, die äufsern Gewässer erlitten eine grofse Verminderung, und die Continente der alten Welt wurden trocken: sie wurden mit irdischen Thieren und Gewächsen besetzt; auch das Meer bevölkerte sich, Theilweise Einsenkungen geschahen und neue Schichten bildeten sich immerfort. Als endlich die Massen von Pulvertheilchen, oder Pfeiler, welche die Continente stürzten, flüssig wurden, so senkten sich diese Lande; „das Meer, welches sich über die eingesunkenen Theile ergofs (dies ist die allgemeine Ueberschwemmung), verliefs ihr altes Bette, welches unsere jetzigen Continente ausmacht. Hier ist die Epoche, welche „unsere Kugel in ihren jetzigen Zustand geführt hat, denn „die Wirkungen der handelnden Ursachen waren erschöpft; „seitdem das Meer sich nicht geändert hat, haben sich auch „keine Mineral-Schichten mehr gebildet: die letzten Nie„derschläge waren reiner Sand;" dies waren blos einfach

zusammengefügte Pulvertheilchen. Bey den Einsenkungen erlitten Gebirgs-Theile eine Schaukel-Bewegung, welche, indem sie einen der Schauckel-Arme in tiefe Abgründe stürzte, den andern zu großen Höhen erhob; so ist die Entstehung der Thäler und Berge (§. 91).

System von Hutton.

Eine der letztern Streitigkeiten von Deluc ist gegen ein in England sehr beglaubigtes System, wovon Hutton der Urheber ist, und welches sein Glück den Fähigkeiten und der Beredsamkeit seines Auslegers, Hrn. Playfair, verdankt. Hier ist eine kurze Darstellung. Die Continente sind eine Beute der zerstörenden Wirkung der Atmosphäre und des Wassers; ihre Masse zersetzt sich und stürzt ein, die Trümmer derselben werden fortgeführt und auf dem Meeres-Grunde ausgebreitet. Die unterirdische durch die Zusammendrückung der großen Wasser-Masse, welche auf jenen Betten ruhet, begünstigte Hitze übt ihre Kraft auf sie aus: sie dringt nur hindurch, erweicht und macht die obern fest, welche unsere geschichteten Lager werden, allein sie schmelzt gänzlich die darunter liegenden, welche unsere Granite, unsere Grünsteine, unsere whin (Amphibolite) bilden. Die Hitze hat durch ihre Expansivkraft oft jenen flüssigen Stoff in die Schichten getrieben und eingespritzt; daher die Granit-Adern und Gänge, welche man darin bisweilen findet.

Endlich hat sie in Folge dieser Expansivkraft jene Schichten und Massen erhoben; sie hat sie bis über das Niveau der Gewässer erhöhet und in ihre jetzige Lage gesetzt, auch also neue Continente gebildet. Der Reihe nach sind sie durch die zerstörenden Kräfte angegriffen worden, ihre Trümmer werden auf die Oberfläche der vormaligen Continente, über welche das Meer sich gezogen hat, verbreitet: es bilden sich daselbst neue Schichten, welche ebenfalls in die Höhe gehoben und neue Continente werden. Diese beständige Aufeinanderfolge von Zerstörungen und Bildungen wird so lange dauern, bis es Gott gefällt, damit ein

Ende zu machen. Hat es je Gott gefallen, daſs eine solche Ordnung der Dinge einen Anfang hatte? Ich zweifle 1).

System vom Hr. de Laplace.

Nachdem Hr. Laplace alle Theile unsers Planeten-Systems und alle ihre verschiedenen Bewegungen in Betracht gezogen hat, leitet er davon eine Hypothese ab, welche mit keiner der beobachteten astronomischen Thatsachen im Widerspruch ist, und einen groſsen Theil derselben erklärt. „Die Betrachtung der Planeten-Bewegungen, sagt er, führt „uns auf den Gedanken, daſs, vermöge einer übermäſsigen „Hitze, die Atmosphäre der Sonne sich über die Bahnen „aller Planeten hinaus verbreitet und nach und nach bis „zu ihren jetzigen Gränzen zusammengezogen hat: wel„ches durch Ursachen statt gefunden haben kann, die der„jenigen ähnlich sind, welche den berühmten Stern, den man „plötzlich im Jahre 1572 in dem Gestirn der Cassiopeja sahe, „mit dem lebhaftesten Lichte glänzen lieſs. . . . Man kann „muthmaaſsen, daſs die Planeten in den successiven Gränzen „dieser Atmosphäre durch die Verdichtung der Gase gebil„det worden, welche sie in der Ebene ihres Aequators ver„lassen muſste, indem sie erkaltete und sich auf der Ober„fläche jenes Gestirnes verdichtete. Die Dunst-Zonen „muſsten, durch ihr Erkalten um den Central-Körper her„um, flüssige oder feste Ringe bilden; allein dieser auſser„ordentliche Fall scheint in dem Planeten-Systeme nur bey „dem Saturn statt gefunden zu haben. Sie haben sich all„gemein in mehrere Kugeln vereinigt, und wenn einer der„selben mächtig genug war, um alle andern an sich zu zie„hen, so hat ihre Vereinigung einen beträchtlichen Plane„ten gebildet."

Nach dieser Hypothese über den Ursprung der Welt, die Hrn. Laplace darstellt, sagt er mit dem Miſstrauen,

1) Man sehe die Entwickelung und Vertheidigung dieses Systems in den Illustrations of the huttonian theory von Hr. Playfair 1802. Dieses Werk ist eben so, wie die von Hr. Murray geschehene Widerlegung dieses Systems, ins Französische übersetzt worden.

welches alles dasjenige einflöſsen muſs, was nicht ein Resultat der Beobachtung oder Rechnung ist, würde die Erde eine Vereinigung von ursprünglich gasartigen Stoffe seyn.

Ideen von Herschel.

Die letztern Beobachtungen von Herschel über das System der Welt scheinen jener Meinung ein neues Gewicht zu geben. Dieser geschickte Beobachter denkt in seinen Bemerkungen über den in dem Weltraume zerstreuten Nebel-Stoff, daſs dieser aetherische Stoff, durch seine Verdichtung, die Sterne und Planeten hervorbringen konnte. Er glaubt auch bemerkt zu haben, daſs der Kern einiger Cometen, in der Nachbarschaft des Periheliums (der Sonnennähe) an Gröſse abnehme, und nachher gröſser werde, wenn die Sonne sich von diesem Puncte entfernt. Wahrscheinlich versetzt im erstern Falle die Sonnenhitze einen Theil der Kern-Masse in den Zustand von Dunst und dieser Dunst wird wieder fest, wenn die Hitze nachläſst.

Eine solche Formations-Art würde das Innere oder den Kern der Kugel betreffen; denn übrigens könnte bey diesen Hypothesen, so wie bey der von Buffon, die Erd-Rinde, der Gegenstand der Beobachtungen des Geologen, immer in dem Schooſse eines weiten Meeres erzeugt worden seyn, welches von der Verdichtung jener ungeheuren Menge von wässerigen (oder ähnlich beschaffenen) Dünsten entstund, die nothwendig jene feurigen Kugeln umgaben, und mit den Dünsten oder Gasen vermischt waren, welche die festen Körper erzeugten.

Zehnte Anmerkung.

Von der Temperatur der Erde 1).

Wenn man die Erscheinungen der Temperatur, welche die Erdoberfläche darstellt, betrachtet, und man sie in einem innigen Verhältniſs mit der Wirkung der Sonne siehet, so wird man verleitet, dieses Gestirn als die einzige Quelle der Wärme unsers Planeten anzusehen; und es scheint, daſs ihre Kraft allein alle jene Erscheinungen erklären kann. In der That sendet die Sonne beständig erwärmende Strahlen von sich aus; die, welche auf die Erd-Oberfläche treffen, werden theilweise von selbiger eingesogen, theilweise in den Weltraum zurükgeworfen; durch die Wirkung dieser successiven und beständigen Einsaugungen würde die Temperatur der Erde zugenommen haben, bis sich zwischen den Ursachen, welche diese Temperatur zu vermehren, denen, welche sie zu vermindern streben, und der Affinität der irdischen Schichten zu der Sonnen-Wärme, ein Gleichgewicht hergestellt hätte. Wenn dem so wäre, so scheint es, daſs dieser Zustand des Gleichgewichts seit langer Zeit hergestellt seyn, und daſs die obere Rinde der Erdkugel den Grad von Wärme-Sättigung erlangt haben würde, der von den drey eben angezeigten Ursachen abhängt: so daſs sie jetzt von einer Seite gewinnen, was sie von der andern verlieren würde; denn wir werden in einem und demselben Orte und mit den uns zu Gebote stehenden Mitteln, keine merkliche Vermehrung oder Verminderung in der Temperatur gewahr. Die Temperatur, welche also die Rinde erlangt hätte, würde sich näherungsweise den untern Schichten mitgetheilt haben; und es hätte in Folge einer sehr lange wiederholten Anhäufung geschehen können, daſs der unsern Beobachtungen zugängliche Theil der Erdkugel, und vielleicht ihre ganze Masse, eine gleichförmige Temperatur angenommen hätte. Wenn diese constante Gröſse sich an die veränderlichen Gröſsen von Wärme anschlöſse,

1) Ein Auszug dieser Anmerkung wurde schon in Jahre 1806 in dem Journal de physique 62. Band bekannt gemacht.

welche die Sonne unmittelbar und täglich auf der Oberfläche der Erde hervorbringt, so würde sie zu den bemerkten Unterschieden der Temperatur Veranlassung geben.

Indem sich die methodische Darstellung dieser Veränderungen auf die Thatsachen beschränkt, zu deren Bestätigung uns Beobachtung Gelegenheit gegeben hat, soll sie der Gegenstand dieser Anmerkung seyn.

Wir werden sie in drey Abtheilungen theilen; die erste wird die auf der Erdoberfläche beobachteten Veränderungen; die zweyte die Veränderungen, welche statt finden, wenn man sich über diese Oberfläche erhebt; und die dritte diejenigen begreifen, die man unter derselben beobachtet.

Erste Abtheilung.

Temperatur auf der Erdoberfläche.

Die Temperatur der Erdoberfläche, diejenige, welche wir gewöhnlich erfahren, ist, wie man weiſs, von einem Ort zum andern nach der Breite, der Erhöhung des Bodens, seiner Lage und andern Local-Umständen, verschieden. Ehe wir uns der Untersuchung der Wirkungen dieser verschiedenen Ursachen überlassen, wollen wir sehen, wie wir die Temperatur von einem Puncte dieser Oberfläche bestimmen werden.

Streng genommen, würde diese Temperatur durch das Mittel aus den auf diesem Puncte zu verschiedenen Tageszeiten mehrere Jahre lang gemachten Beobachtungen gegeben seyn. Allein diese Bestimmungs-Art würde eben so weitläufig als verwickelt, und es giebt vielleicht keinen Punct der Erdkugel, für welchen selbige gehörig ausgeführt worden wäre. Wir wollen ihr eine viel einfachere und für unsern Zweck eben so passende (die Bestimmung der Temperatur der obern Rinde der Erdkugel) substituiren. Je nachdem man in die Erde dringt, werden die stündlichen, täglichen und monatlichen Veränderungen in der Temperatur stufenweise geringer und endlich Null; die erstern sind in der Tiefe von 1 Metre und die letztern in der Tiefe von 15 Metres nicht mehr merkbar. Zehn Metres unter der Erde hat Saussure in dem Zeitraume von drey Jahren nur

einen und einen halben Grad Veränderung beobachtet [1]: ein, zu Genf auf dem Grunde eines Brunnens von 11 Metres Tiefe, eine lange Reihe von Jahren gehaltenes Thermometer hat sich nur um 1 bis 2° verändert, während die Veränderung auf der Oberfläche mehr als 60° gewesen war; so dafs es sehr wahrscheinlich ist, dafs, einige Metres tiefer, die Veränderung Null gewesen wäre.

Woraus wir schliefsen können, dafs ein in der Tiefe von 15 oder 20 Metres gemachter Versuch, oder höchstens, das Mittel zwischen zweyen in der Zeit der beyden Sonnenwenden gemachten Versuchen, eine beständige Gröfse geben wird, welche die wahre Temperatur des Orts, den man betrachtet, darstellt: ein Brunnen, eine Quelle, eine Höhle reichen, wenn sie mit Vorsicht angewendet werden, zu dieser Bestimmung hin. Ich mufs jedoch bemerken, dafs die also hergeleitete, auf ein allgemeines Mittel abzielende, Temperatur in den nördlichen oder kalten Climaten, ein wenig stärkere und in der heifsen Zone ein wenig schwächere Resultate, als die in der Atmosphäre gemachten Beobachtungen, giebt [2]; allein ich wiederhole es, diese Bestimmungs-Art ist vielleicht für unsern Gegenstand noch passender.

Wir wollen zuerst nur die Wirkung der Breite zu schätzen suchen; und folglich, die Temperatur der wenig von dem Meere entfernten und über seinem Niveau wenig

1) Voyage dans les Alpes, §§. 1418. und folgende.

2) Also ist in Lappland, in der Nähe des Polarkreises, die Temperatur im Innern der Erde, die der Brunnen, 2 bis 3° gröfser als die Temperatur der Luft.

In Folge derselben Ursache haben die Hrn. von Buch und Wahlenberg auf dem Sct. Gotthardt, wo die Temperatur Null ist, Quellen gefunden, deren Wärme 3° beträgt. Zu Cumanacoa, wo die Temperatur der Luft 25 bis 26° ist, hat Hr. von Humboldt Quellen von 22°, 5 Wärme gesehen: zu Cuba fand er die Temperatur der Grotten 22 bis 23° während die Temperatur der Luft 25°, 6 des hunderttheiligen Thermometers war. Dieses Thermometer ist allein in jenem Werke angewendet worden.

erhabenen, Orte sehen. Die in diesem Betracht merkwürdigste und bündigste Beobachtung ist die, welche man auf der Pariser Sternwarte gemacht hat: seit 1680 beobachtet man daselbst ein in einem unterirdischen Gang, oder vielmehr in einem Theile des Ganges dessen Verbindungen so wohl mit den umgebenden unterirdischen Gewölben, als mit der äufsern Luft unterbrochen sind befindliches Thermometer: das Instrument ist dort 28 Metres unter der Erde, und ohngefähr 45 Metres über dem Niveau des Meeres: es hält sich beständig in einerley Höhe; seine Veränderungen übersteigen nicht zwey oder drey hunderttheil Grad; die in den letztern Jahren mit besonderer Sorgfalt angestellten Beobachtungen haben 12°,09 als Maximum und 12°,06 als Minimum gegeben. Also würde das Mittel 12°,075, oder vielmehr 11°,7 wegen eines im Jahre 1817 von Hr. Arago in der Theilung entdeckten Fehlers von 0,038, seyn [1]. Die französischen Gelehrten, welche im Jahre 1799 in Egypten waren, haben gefunden, dafs in dem in der Mitte der Citadelle von Cairo gegrabenen Brunnen Joseph, ein in einer Tiefe von 65 Metres aufgestelltes Thermometer auf 22°,5 stand. Hamilton hat im Jahre 1788 eine Reihe Beobachtungen über die Temperatur der Erde in Irland in tiefen und bedeckten Brunnen sowohl, als in starken Quellen gemacht; wir geben in der folgenden Tabelle diejenigen, welche er in Dublin, Cork, Eniscoo und Bellycastle, das heifst, alle diejenigen, die er in geringer Entfernung vom Meere, und in geringer Höhe gemacht hat [2]. Hellant, schwedischer Academiker, hat im Norden von Europa Beobachtungen von gleicher Art gemacht: nachdem er sich durch die Erfahrung versichert hatte, dafs die Wärme der gut verschlossenen Brunnen die Wärme des anliegenden Erdbodens gab, so fand er 7°, $\frac{1}{2}$ für die Temperatur von Stockholm, 2 bis 4° für die von Torneo, und 2° bis 2°, 5 für die von Wadsoe bey Wardhus in Lappland; die erste dieser beyden letzten Gröfsen ist im Juli 1748, und die zweyte im Monat December in einem Brunnen von 6 Metres Tiefe gefunden worden [3].

1) Annales de chimie et de physyque, décembre 1817.

2) Bibliothèque britannique tom. 8.

3) Memoires de l' académie de Stockholm, 1753.

Diese bestimmtesten, ich möchte sogar sagen, die einzigen, zu meiner Kenntniſs gekommenen Thatsachen zeigen nach dem Aequator hin eine Temperatur-Zunahme an, die dem Cosinus der Breite, zur Potenz $2\frac{1}{4}$ erhoben, proportional ist; diesemnach, und indem man von der zu Paris gemachten Beobachtung ausgeht, würden die beobachteten Temperaturen ohngefähr durch $30° \cos^{2\frac{1}{4}}$ Breite, dargestellt werden, wie solches die folgende Tabelle in der Colonne A zeigt [1].

Ort der Beobachtung.	Breite.	Temperatur.		
		beobachtet.	berechnet.	
			A.	B.
Cairo. -	30° 2	22°5	21,7	20,3
Paris. -	48 50	11,7	11,7	11,7
London. -	51 29	10,8	10,3	10,5
Cork. -	51 54	10,6	10,0	10,3
Dublin. -	53 20	9,6	9,3	9,6
Eniscoo. -	54 48	9,3	8,6	9,0
Bellycastle.	55 12	8,9	8,5	8,8
Stockholm.	59 20	7,5	6,7	7,1
Torneo. -	65 51	3,0	3,9	4,5
Wadsoe. -	70 20	2,2	2,5	3,0

1) In dem im Jahre 1806 gedruckten Mémoire war die Uebereinstimmung zwischen den Resultaten der Rechnung und Beobachtung vollkommner. Ich gründete meine Formeln auf die allgemein angenommene Thatsache, daſs die Temperatur in den Kellern der Pariser-Sternwarte 12° (9,6 Réaumur) war: ich hatte da $31° \cos.^{2\frac{1}{4}}$ Br. u. $28° \cos.^{2}$ Br. noch jetzt bin ich für letztere Formel.

Wir können ohne bedeutende Fehler annehmen, daſs in unsern mittlern Breiten die thermometrische Temperatur dem Verhältniſs des Quadrats des Cosinus der Breite folgt und durch die Formel

$$27^\circ \cos^2 \text{Breite}\ ^{1)},$$

gegeben ist, wie man solches in der Colonne B der Tabelle siehet. Diese Colonne zeigt zwar an den äuſsersten Theilen, daſs die wirkliche Abnahme ein wenig schneller ist, als die, welche die Rechnung anzeigt. Sie würde noch schneller erscheinen, wenn wir die Resultate dieser Rechnung mit den Resultaten der, in der untern Schicht der Atmosphäre gemachten, thermometrischen Beobachtungen verglichen, wie man aus folgender Tabelle sieht,

Ort.	Breite.	Temperatur		Unterschied.
		beobachtet.	berechnet.	
Cumana. -	10° 27′	27,7	26,1	— 1,6
Neapel. -	40 50	17,4	15,4	— 2,0
Rome. -	41 53	15,7	15,0	— 0,7
Toulouse. -	43 36	14,5	14,7	+ 0,2
Bordeaux. -	44 50	13,6	13,6	0,0
Paris. - -	48 50	11,0	11,7	+ 0,7
London. -	52 30	10,3	10,5	+ 0,2
Copenhagen.	55 41	7,7	8,6	+ 0,9
Stockholm.	59 20	5,7	7,0	+ 1,3
Cap Nord.	71 30	0,1	2,7	÷ 2,6

1) Der berühmte Astronom Tobias Mayer hatte angenommen, daſs die Verminderung der Temperatur dem Quadrat des Sinus der Breite proportional und also die Temperatur eines Ortes, dessen Breite l ist, durch

$E — m \sin.^2 l$, dargestellt wäre, wo E die Temperatur am Aequator und m ein durch die Erfahrung zu bestimmender beständiger Coefficient ist. Nach Hrn. von Humboldt's Beobachtung ist $E = 27^\circ, 5$, der durch

Uebrigens muſs ich erinnern, daſs bey den meisten Resultaten der thermometrischen Beobachtungen, welche die Kenntniſs der mittlern Temperatur zum Gegenstande haben, ein Grad von Ungewiſsheit herrscht. Indem wir uns an diejenigen halten, welche in der obern Schicht der Erde gemacht worden, und indem wir bemerken, daſs die aus der obern Schicht des Meeres ein fast gleiches Resultat geben, so schlieſsen wir, daſs in unsern mittlern Breiten, die Temperatur eines Punctes der Oberfläche durch das Quadrat des Cosinus der Breite mit 27° multiplicirt, oder, was merklich auf dasselbe hinauskommt, daſs vom 30° bis zum 60° der Breite *die Temperatur-Veränderung von einem Ort zum andern, blos durch die Wirkung der Breite, und ohne Rücksicht auf jeden andern Local-Umstand, bey jedem Breiten-Grade gegen einen halben Grad des hunderttheiligen Thermometers beträgt.*

Das Element, welches, nach der Breite, am meisten auf die Temperatur eines Punctes der Oberfläche der Erdkugel Einfluſs hat, ist die Erhöhung dieses Punctes über dem Meere.

Wir werden in der folgenden Abtheilung sehen, daſs, wenn man sich in die Atmosphäre erhebt, die Wärme ohngefähr um einen Grad bey 160 Metres Höhe abnimmt. Allein da die Wärme der Lande, welche über dem Niveau des Meeres sind, immer an der Temperatur des anliegenden Theils der Atmosphäre und der Erde Antheil nimmt, so nimmt sie in einem geringern Verhältniſs ab: sie vermindert sich um so weniger schnell, als das Land, auf welchem man sie nimmt, eine beträchtlichere Gröſse darstellt:

diese und die Beobachtung auf der Pariser Sternwarte, bestimmte beständige Coefficient, würde 27,9 seyn; Mayers Formel würde also für den Ausdruck der Temperatur eines Ortes

$$27°,5 - 27,9 \sin^2 l. \text{ geben.}$$

Mayers Arbeit war mir ganz unbekannt, als ich die meinige machte. Das Resultat seiner Formel, so wie wir selbige aufgestellt haben, ist von dem unsrigen sehr wenig verschieden, weil

$$27,5 - 27,5 \sin^2 l = 27,5 \cos^2 l.$$

sie wird bey übrigens ganz gleichen Umständen geringer auf dem Gipfel eines isolirten Berges, als auf der Mitte eines grofsen Plateau's seyn.

Auf dem Plateau zu Mexico, in einer Höhe von 2300 Metres, hat Hr. von Humboldt die mittlere Temperatur 17° gefunden, während sie an den Ufern des nahen Meeres 26° ist: wenn man also annimmt, dafs die Verminderung der Wärme in arithmetischer Progression geschiehet, so wird man ohngefähr 250 Metres Höhe für 1° Temperatur-Abnahme rechnen müssen. Auf dem Plateau von Quito, in 3000 Metres Höhe, findet derselbe Beobachter die mittlere Temperatur 14°, 3 und 13°, 2 geringer, als die Temperatur des benachbarten Meeres, welches ohngefähr 230 Metres Höhe für jeden Grad giebt. Auf den Spitzen von einem geringern Umfange auf unsern Gebirgen wird die Abnahme schneller seyn. Das Mittel aus den in dem Hospitium auf Sct. Bernhardt, der höchsten Wohnung von Europa, und welcher ohngefähr 2510 Metres über dem Meere ist, im Jahre 1818 gemachten Beobachtungen, giebt eine Abnahme von einem Grad auf 200 Metres.

Saussure hat eine grofse Anzahl Beobachtungen über die Temperatur in den Alpen, in verschiedenen Höhen und mit Thermometern gemacht, die er unter die Erde in Tiefen hing, wo die tägliche Veränderung nicht mehr merklich war.

Die Resultate für die einem Grade entsprechende Höhe haben von 133 bis 177 Metres geschwankt [1]), und das mittlere Glied ist 154 Metres gewesen. Diese Beobachtungen sind im Sommer gemacht worden: sie würden eine beträchtlichere Höhe angezeigt haben, wenn sie in einer andern Jahreszeit gemacht worden wären, wie wir in der Folge sehen werden. Nach dieser Betrachtung, und wegen der verschiedenen Höhen, bey denen wir das meiste Interesse haben, die Temperatur zu kennen, glaube ich, dafs man sich wenig von der Wirklichkeit entfernen wird, wenn man die einem Grade entsprechende Höhe auf 200 Metres

1) §§. 2226, 2231, 2267, 2276, 2289, 2298, der Voyage dans les Alpes.

setzt, oder welches auf dasselbe hinauskommt, *wenn man die Verminderung der der Höhe des Bodens zukommenden Temperatur auf einen halben Grad von hundert Metres Höhe schätzt.* Es ist unnütz, zu erwähnen, daſs diese Regel nur als eine bloſse Annäherung betrachtet werden muſs: sie zeigt uns, *daſs eine Höhe von hundert Metres, beynahe einer Vermehrung um einen Breiten-Grad in Bezug auf die Verminderung der Temperatur gleich ist.*

Die andern Elemente, welche auf die Wärme der verschiedenen Theile der Erd-Oberflache Einfluſs haben, können noch weniger der Gegenstand eines allgemeinen Gesetzes seyn; wir beschränken uns darauf, sie anzuzeigen.

1) Die Beschaffenheit des Wassers, seine Durchsichtigkeit, machen es weit weniger fähig, sich zu erhitzen und zu erkälten, als die Erde.

In den Umgebungen von Marseille hat Raymond die Wärme der Erde bis zu 53° gehen sehen; allein nie hat sich die Wärme des Meeres bis zu 25° erhoben: im Winter ist die Kälte der Erde dort bisweilen — 7, 1 und die des mittelländischen Meeres hat nicht + 7, 5 überstiegen. Da die verschiedenen Bewegungen, welche die Meere erleiden, die Gewässer verschiedener Tiefen und Breiten unter einander mischen, so tragen sie auch dazu bey, auf ihrer Oberfläche eine Gleichförmigkeit herzustellen, welche auf dem festen Lande nicht Statt findet. Die dem Meere nahe liegenden Lande, welche diese geringere Temperatur-Veränderung fühlen, erleiden bey übrigens gleichen Umständen keine so groſsen Wärme, und Kälte-Grade, als diejenigen, welche mehr im Innern der Continente unter demselben Parallel-Kreis liegen.

2) Unabhängig von der eben angezeigten Ursache scheint es auch, daſs die Temperatur des nördlichen Theils unsers Continents abnimmt, je weiter man nach Osten geht. So ist also zu Paris die Temperatur schon geringer, als an den Küsten von Bretagne; zu Warschau 2°, 7 geringer, als zu Amsterdam; zu Pekin nur 12°, 7 während sie an den Küsten von Italien unter derselben Breite 18° ist.

3) Die ausgebreiteten Wälder, welche einen groſsen Theil des nördlichen Deutschland bedecken, die groſsen Seen, welche man dort findet, die Verlängerung dieses

Landes nach dem Pole hin u. s. w. sind auch Ursachen, welche die Temperatur dieses Welttheils rühren, und selbigen kälter als Europa in gleicher Breite machen. Was auch übrigens die Ursache davon seyn mag, es ist immer bestimmt, dafs die Temperatur in den vereinigten Staaten von America merklich kälter ist; und die Differenz zunimmt, je weiter man nach Norden kommt.

4) Die südliche Halbkugel ist im Allgemeinen kälter, als die nördliche; welches von dem geringern Aufenthalte der Sonne südlich vom Aequator, und vielleicht noch mehr von der geringern Anzahl Lande herrühren kann, welche diese Halbkugel enthält.

Aufser den eben erwähnten Ursachen giebt es noch andere, welche jeder Localität ganz eigen sind: diese sind:

1) die Lage des Bodens, in Bezug auf verschiedene Puncte des Horizonts: Toulon und Triest, am südlichen Fufse der Gebirge gelegen, müssen von diesem Umstande eine besondere Wärme erhalten.

2) Die Lage, in Bezug auf die verschiedenen Gebirgs-Ketten, welche die Richtung gewisser Winde aufhalten oder verändern; so wird in unsern Climaten ein hinter einer Kette liegendes von selbiger vor den Nord - Winden geschütztes Land eine höhere Temperatur, als dasjenige geniefsen, welches denselben Winden ausgesetzt seyn würde.

3) Die Beschaffenheit des Bodens selbst; weifse und entblöfste Kalksteingebirge werden ein Zurückprallen der Sonnenstrahlen verursachen, welches die Sonnenhitze beträchtlich vermehrt; dies ist vielleicht die Ursache der Wärme, welche man in verschiedenen Theilen der Provence empfindet.

4) Die Lage in einem Thalgrunde, die Nähe von Gletschern oder sehr kalten Gebirgen u. s. w. sind auch Ursachen, welche die Temperatur verschiedener Erd - Theile modificiren.

Nach dem so eben Gesagten siehet man, dafs die Linien von einerley Temperatur, oder die *isothermischen* Linien auf unserer Erdkugel nicht mit dem Aequator parallel sind: sie scheinen sich von diesem Parallelismus um so mehr zu entfernen und auf verschiedene Arten um so stärker zu

biegen, je näher man den Polen kommt, nach der Bemerkung, die Hr. von Humboldt darüber in seinem mémoire sur les lignes isothermes et la distribution de la chaleur sur le Globe gemacht hat [1]).

Die Betrachtung dieser Linien, das heifst, des Mittels aus der jährlichen Temperatur eines Ortes reicht zur Bestimmung oder Kenntnifs seines Climats sowohl, als den Folgerungen, welche der Feldbau, die Pflanzen- und Thier-Physiologie daraus ziehen können, bey weitem nicht hin.

Man mufs auch noch die Betrachtung des höchsten Grades und die Dauer der Hitze und des Frostes, die man in den verschiedenen Jahreszeiten erleidet, hinzufügen. Hr. von Humboldt hat diese Materie in dem so eben angeführten memoire vollkommen abgehandelt.

Zweyte Abtheilung.

Temperatur der Atmosphäre.

Die durch die Sonnenstrahlen und andere Ursachen erwärmte Erde wird gleichsam ein Heerd, welcher die Wärme um sich verbreitet; die verschiedenen Schichten unserer Atmosphäre empfangen diesen strahlenden Wärmestoff und nehmen einen Temperatur-Grad an, welcher bey übrigens gleichen Umständen um so gröfser ist, je näher sie der Oberfläche, oder je dichter sie sind; sobald die Luft an Dichtheit abnimmt, so vermehrt sich ihre Fähigkeit für die Wärme und sie wird kälter. Die Schichten erhalten übrigens unmittelbar eine gewisse Menge Wärme von den sie durchschneidenden Sonnenstrahlen; allein diese Menge, welche in den hohen Regionen, wo die Luft vollkommen durchsichtig ist, ist auch nur sehr gering in den niedern Regionen; sie ist um so merklicher, je mehr die Luft mit Dünsten beladen ist; ich habe Wolken gesehen, welche von den Sonnenstrahlen eine ziemlich starke Wärme annahmen, und sie um sich herum verbreiteten: durch die Wirkung dieser zweyten Ursache, mufs die Temperatur der Atmosphäre auch abnehmen, jemehr man sich über die Erde erhebt.

1) Mémoires de la société d'Arcueil, tom. 3.

Allein diese Abnahme geschiehet bey weitem nicht auf eine beständige und regelmäfsige Art. Die obern Schichten der Atmosphäre nehmen nicht an allen Temperatur-Veränderungen Theil, welche die in der Nähe der Erde befindlichen Schichten erleiden. Wir wollen, zum Beyspiel, annehmen, dafs man nahe am Mittage eines schönen Sommertages sey; so theilen die Zurückwerfung der Sonnenstrahlen, die Ausflüsse aus den erhitzten Körpern, das Aufsteigen der Gase und Dünste, welche sich von einem bisweilen brennenden Boden entbinden, der mit diesen Boden in Berührung stehenden Luft-Masse bald eine grofse Wärme mit: allein der eine Theil dieser wärmenden Ursachen hört in einer kleinen Höhe zu wirken auf, und der andere macht blos langsam und nach und nach seine Wirkungen den obern Schichten fühlbar. Eben so wirken die Ursachen, welche die Kälte erzeugen, die man auf der Erd-Oberfläche in der Nacht und des Morgens und sogar im Winter erleidet, nicht, oder nicht in demselben Grade auf die höhern Schichten; so dafs diese eine mittlere Wärme annehmen, welche in den verschiedenen Tages- und sogar Jahres-Zeiten um so mehr verschieden ist, je höher sie sind. — Unmittelbare Beobachtungen bestätigen diese Thatsache. Saussure hat bey der schönen Reihe auf dem Col du Géant in 3400 Metres Höhe gemachter Beobachtungen die tägliche Temperatur-Veränderung nur 5° gefunden; während sie zu gleicher Zeit zu Genf 14° gewesen war [1]). Es ist nicht zweifelhaft, dafs in derselben Höhe, aber in freyer Atmosphäre, von jedem Körper entfernt, welcher fähig ist, den Wärmestoff zu erhalten und fortzupflanzen, jene Veränderung viel geringer gewesen wäre: es ist sogar sehr wahrscheinlich, dafs sie in Höhen, welche zu erreichen dem Menschen verliehen ist, durchaus Null ist; und Saussure schätzt, dafs in 12 oder 14000 Metres Höhe sogar die jährliche Veränderung nicht mehr merklich ist; In diesen hohen Regionen, wo die Luft dünn und durchsichtig ist, durchschneiden die Strahlen einer culminirenden Sonne dieses Fluidum, ohne es zu erwärmen; um Mittag ist es nicht wärmer, als in der Nacht; es ist in dem Sommer-Solstitio nicht wärmer, als im Winter-Solstitio. Diese Thatsachen

1) Voyage dans les Alpes, §. 2051.

allein reichen hin, um den grofsen Unterschied zwischen der Menge, um welche die Wärme abnimmt, je nachdem man sich in die Atmosphäre erhebt, in den verschiedenen Jahres-Zeiten und Stunden des Tages zu zeigen. In einer Höhe von funfzehntausend Metres (von dreyfsigtausend, wenn man will), ist die Temperatur das ganze Jahr hindurch einerley, während sie in unsern Climaten um 50 Grad verschieden ist: also kann im Sommer die Temperatur zwischen den Enden der Luftsäule um 50° gröfser, als im Winter seyn.

In einer Höhe von fünf bis sechstausend Metres, in freyer Atmosphäre ist die tägliche Veränderung Null, während sie an der Erd-Oberfläche zehn oder funfzehn Grad beträgt, so, dafs in den wärmsten Momenten des Tages der Unterschied zwischen den äufsern Gliedern vielleicht doppelt seyn wird.

Unabhängig von diesen allgemeinen Ursachen in der Temperatur-Veränderung und Verminderung, je nachdem man steigt, giebt es noch unzählige besondere Local- und bald vorübergehende Ursachen, wie die Winde, die Wirbel, die Nähe der Lande, die Gegenwart der Wolken u. s. w. deren störende Kraft eben so grofs als unwiderlegbar ist. Ihre vereinigten Wirksamkeiten bringen erstaunende Unterschiede in den Resultaten unserer Beobachtungen hervor; Hr. Gay-Lussac hat bey seiner Luftfahrt im Monat August 1804 das Thermometer in einer Höhe von 2700 Metres nur 3°, 2 fallen sehen, während es bey der Luftfahrt im folgenden Monate in einer Höhe von siebentausend Metres um 40°, 25 fiel, welches, bey letzterer Fahrt, auf jeden Grad 173 Metres im Mittel giebt.

Unterdessen können die Mittel zwischen einer grofsen Anzahl von Beobachtungen uns ein mittleres Glied geben, um welches die Schwingungen geschehen. Es ist der Gegenstand der Untersuchungen der Physiker und besonders des Saussure gewesen, welcher deshalb eine grofse Anzahl Beobachtungen in den Alpen gemacht hat: ich gebe hier das Resultat von denen, die er auf dem Col du Géant in 3400 Metres Höhe im Monat July, sechszehn Tage lang, gemacht hat; es wird die Wirkung der Stunden auf die Schnel-

ligkeit der Wärme-Abnahme erkennen lassen [1]. Ich will die Wirkung der Jahreszeiten durch eine, die einem Thermometer-Grade entsprechende Höhe darstellende Tabelle nach dem Mittel der jeden Monat im Jahre 1818 über, auf dem Hospitio von Sct. Bernhard und zu Genf um 2 Uhr Nachmittags gemachten Beobachtungen bekannt machen [2].

Col du Géant.		*Sct. Bernhard.*	
Stunden des Tages.	Höhe.	Monat.	Höhe.
Mitternacht . .	171 Metr.	Januar . . .	221 Metr.
2 Uhr . . .	189 -	Februar . . .	214 -
4 - . . .	210 -	März	219 -
6 - . . .	195 -	April	211 -
8 - . . .	180 -	May	222 -
9 - . . .	160 -	Juny	210 -
Mittags . . .	148 -	July	142 -
2 Uhr . . .	140 -	August . . .	149 -
4 - . . .	142 -	September . . .	164 -
6 - . . .	141 -	October . . .	241 -
8 - . . .	143 -	November . . .	201 -
10 - . . .	157 -	December . . .	246 -
Mittel	158.	Mittel.	203.

Saussure schloſs aus seinen verschiedenen Beobachtungen, daſs im Sommer in unsern Breiten die mittlere Temperatur der Luft, vom Niveau des Meeres an bis auf den Gipfel unsrer höchsten Gebirge, bey 100 Toisen Höhe um einen Grad des Reaumürschen, oder bey 156 Metres um einen Grad unsers Thermometers abnimmt. Er glaubt, daſs im Winter eine solche Abnahme bey 230 Metres Höhe erfolgt wäre.

1) Man sehe das Nähere dieser Beobachtungen in der Voyage dans les Alpes, §§. 2050 u. s. w.

2) Das auf dem Sct. Bernhard bey einer fast immer wärmern Wohnung, als die umgebende Luft, aufgestellte Thermometer muſste geringere Kältegrade anzeigen, als wenn es in die freye Luft gehängt worden wäre; welches Höhen, ein wenig stärker, als sie sind, gegeben hat.

Ich selbst bin auf ein mit dem Saussurschen fast gleiches Resultat durch verschiedene Beobachtungen geführt worden, wovon die vorzüglichsten in folgender Tabelle verzeichnet sind.

Stationen.	Höhen-Unterschied.	Anzahl der Beobachtungen.	Stunden der Beob.	Höhe auf einen Grad
	Metr.		Stunde	Metr.
Sct. Bernhard und Paris	2430	50	12	162
Sct. Bernhard und Turin	2217	52	12	143
Idem	id.	24	12	138
Idem	id.	24	8	167
Sct. Bernhard und Aosta	1904	45	12	140
Idem	id.	37	8	143
Fuſs und Gipfel des Mont-Gregorio.	1708	10	12	152
Mittel . .				149

Dieses Mittel ist ein wenig geringer, als dasjenige, was andere Beobachter, und besonders Hr. von Humboldt, aus ihren Untersuchungen abgeleitet haben. Letzterer Gelehrte hat mitten unter Beobachtungen von jeder Art, die er in den Aequinoctial-Gegenden von America machte, eine groſse Anzahl dergleichen über die Wärme-Abnahme, je nachdem man auf den Bergen steigt, gesammlet; und hat daraus verschiedene Folgerungen gezogen, in deren Bezug wir genöthigt sind, auf seinen Essai sur les refractions astronomiques (Versuch über die astronomische Strahlenbrechung) und auf sein Mémoire sur les lignes isothermes (Aufsatz über die isothermischen Linien) auf die Werke zu verweisen, in welchen er auch die Frage über die Wärme-Abnahme in ihrem Ganzen abgehandelt hat. Ich lege hier das Resultat seiner Beobachtungen in den Anden dar, indem ich dem Sinken eines Thermometer-Grades die entsprechende Erhöhung in verschiedenen Höhen gebe; denn Hr. von Humboldt bemerkt, daſs die Schnelligkeit der Abnahme nach den Höhen veränderlich ist.

Von der Meeres-Fläche bis zu 1000 Metres	.	170 Metres.
Von 1000 zu 2000		294 —
Von 2000 zu 3000		232 —
Von 3000 zu 4000		131 —
Von 4000 zu 5000		180 —

Ich bemerke, dafs, da der grösste Theil dieser Beobachtungen auf grofsen Plateau's gemacht worden, selbige die Temperatur der Hochlande, als die der Atmosphäre, in derselben Höhe anzeigen. Wir haben schon von der erstern gesprochen und haben ihre Abnahme auf einen Grad bey 200 Metres Höhe gesetzt. Die Temperatur-Abnahme der Atmosphäre scheint viel schneller zu geschehen, und wir werden sie nach allen unsern und der Physiker Beobachtungen auf 160 Metres schätzen.

Die Luftfahrten, welche den Beobachter gewissermaafsen in der Mitte der Atmosphäre, entfernt von jedem Einflufs der Erde, isoliren, würden am meisten geeignet seyn, das Gesetz der Temperatur-Abnahme, je nachdem man steigt, kennen zu lernen, wenn man den Ballon nach Gefallen fest halten könnte Allein die Schnelligkeit, mit welcher er von einer Schicht zur andern steigt, und die Langsamkeit, mit welcher das Thermometer die Temperatur der Mitte annimmt, in welche es versenkt ist, werden immer eine Ungewifsheit der Temperatur von einem gewissen Grade, den man einer Schicht beylegt, übrig lassen. Auch der muthigste Physiker, welcher mit Hülfe der Ballons sich zu der gröfsten Höhe erhoben hat, die je die Menschen erreichen konnten, hat nicht gewagt, einen bestimmten Schlufs aus den thermometrischen Beobachtungen zu ziehen, die er während seiner Auffahrt gemacht hat. Er bemerkt blos, dafs man, bey Vergleichung der Temperatur des untern Endes der durchstiegenen Säule mit der des obern Endes derselben Säule, in 7000 Metres Höhe und bey Annahme einer Gleichförmigkeit in der Wärme-Abnahme, auf jedem Grad 173 Metres.

bey Vergleichung der Temperatur des untern Endes, mit der Temperatur der Mitte (3691 Metres) 191 —

und letzterer mit der Temperatur des obern Endes 141 —

hat.

Hr. Gay-Lussac bemerkt, daſs also die Abnahme in den obern Regionen schneller, als in den untern Regionen geschehen ist [1]): von 5000 bis 7000 Metres, ein Raum, in welchem störende Ursachen, der Einfluſs der Erde, und die stündlichen Temperatur-Veränderungen, weniger Unregelmäſsigkeiten erzeugen muſsten, und wo sie auch wirklich weniger hervorgebracht haben, findet man nicht mehr als 134 Metres auf einen Grad.

Allein, nimmt die Wärme gleichförmig um einen Grad für einerley Höhe ab? mit andern Worten, nimmt sie in arithmetischer Progression ab? Euler dachte es nicht und nahm eine geometrische Progression an. Oriani glaubte sodann eine mittlere Progression (die harmonische) annehmen zu müssen. Eben so Hr. von Lindenau: und diese Gelehrten haben also eine gröſsere Schnelligkeit der Abnahme in den untern Regionen angenommen. Hr. Laplace selbst scheint für diese Meinung geneigt zu seyn, und denkt, daſs die Temperatur, so wie die wirkliche Dichtheit der Luftschichten, beynahe die Mitte zwischen der geometrischen und arithmetischen Progression halten soll: er nimmt jedoch letztere, bey seiner Methode, die Höhen mit dem Barometer zu messen, an; und es scheint mir wirklich, daſs die Hauptmasse der Beobachtungen wenigstens eben so viel auf diese Progression, als auf jede andere führt; allein ich wiederhole es, die sehr groſsen Unterschiede und Unregelmäſsigkeiten, welche die Temperatur-Beobachtungen in verschiedenen Höhen darstellen, erlauben nicht, daraus ein bestimmtes Abnahme-Gesetz zu schlieſsen.

Müſste ich jedoch aus allen diesen Beobachtungen einen Schluſs ziehen, so würde ich sagen, daſs die Wärme-Abnahme in der Atmosphäre, jeden Augenblick die gröſsten Veränderungen erleidet; daſs man sie von einem Tage zum andern, und an demselben Orte, bisweilen doppelt und sogar dreyfach von dem werden siehet, was sie den Tag vorher war; und daſs die Mittel aus den mit der meisten Sorgfalt in unsern Climaten angestellten Beobachtungen anzeigen, daſs diese Abnahme einen Grad des hunderttheiligen Thermometers auf 160 Metres Höhe beträgt.

1) Annales de chimie tom 52.

Schnee-Gränze.

Daraus folgt, dafs, wenn man in der Atmosphäre über einem Orte um so viel mal 160 Metres steigt, als es Grade in dem Ausdruck der mittlern Temperatur dieses Ortes giebt, man den Punct erreichen wird, wo das Thermometer sich im Mittel auf Null hält, das heifst, den Punct, wo das Eis und der Schnee zu schmelzen aufhören würden, wenn die Temperatur von einer Jahreszeit zur andern nicht veränderlich wäre; alles, was sich über eine, durch diese verschiedenen Puncte gelegte Fläche erhübe, würde beständig mit Schnee bedeckt seyn, und diese Fläche wäre *die untere Gränze beständigen Schnees.* Sie würde die Erdoberfläche in der Nähe des Poles berühren, und sich nach dem Aequator hin erheben, wo sie 4320 Metres (27° × 160) über dem Niveau der Meere seyn würde.

Allein es scheint, dafs durch die Wirkung des Unterschiedes zwischen den Jahreszeiten, oder der besondern von der Masse der Erdkugel herrührenden Wärme, welche Wirkung die Plateau's und Gebirge mit sich führen, diese Gränze ohngefähr 3° oder 500 Metres höher, als die mittlere Null ist; so dafs ihre senkrechte Höhe über einem Puncte, dessen Breite l ist, beynahe

$$4320 \text{ Metr. Cos.}^2 l + 500 \text{ Metres}$$

seyn würde, wie man solches aus folgender Tabelle siehet, welche die vorzüglichsten Beobachtungen von Humboldt, Bouguer, Saussure und von Buch, enthält.

Beobachter.	Beobachtungs-Orte.	Gränzen.	
		beobachtet.	berechnet.
Humboldt . .	Aequator . .	4800	4820
Bouguer . . .	Wendezirkel .	4100	4133
Webt	Indien . . .	3520	3727
Saussure . . .	Alpen . . .	2700	2585
von Buch . .	Polar-Kreis .	1169	1160
von Buch . .	70° der Breite	1060	1005

Obschon der obige Ausdruck ziemlich genau die vorzüglichsten beobachteten Thatsachen darstellt, so sind wir doch entfernt, ihn als in der Theorie begründet auszugeben. Wir bemerken sogar, dafs, weil nach den Beobachtungen [1]) der Unterschied zwischen den Temperaturen zweyer Breiten in grofsen Höhen beträchtlich abnimmt, so mufs der Punct des schmelzenden Eises und folglich die Schnee-Gränze unter dem Aequator sinken und nach den Polen hin sich erheben. Dies ist die von Hrn. von Humboldt geäufserte Meinung. Wahrscheinlich sind auch die grofsen Schnee-Massen und die grofsen Gletscher, welche die Hochlande der Aequatorial-Gegenden bedecken, und die umgebende Luft und den Boden erkälten, vielleicht Ursache des Sinkens der Schnee-Gränze in diesen Gegenden: ein grofser Gletscher fällt bey übrigens gleichen Umständen tiefer hinab, als ein kleiner.

Ich mufs übrigens bemerken, dafs die Lage des Bodens und die Local-Umstände solchen Einflufs auf die Höhe der Schneegränze haben, dafs es kein blos von der Breite abhängendes Gesetz geben kann, um diese Gränze auszudrücken. Saussure glaubte nach seinen sämmtlichen Beobachtungen, sie zwischen dem 46 und 47 Grad der Breite auf 2700 Metres setzen zu können; und im 43 Grade glaubte Hr. Ramond diese Bestimmung für den nördlichen Abfall der Pyrenäen, um 260 Metres niedriger nehmen zu müssen: während ich sie im $45\frac{1}{2}°$ auf der südlichen Seite der Alpen, 300 Metres höher annehmen mufste; denn es ist sehr bestimmt, dafs es auf den Jochen und Plateau's, welche da 3000 Metres hoch sind, keinen beständigen Schnee giebt; ich spreche hier nicht von einigen Gletscher-Armen, welche, in einigen tiefen Thäler eingeschlossen und geschützt, bis zu oft sehr niedrigen Niveau's, zum Beyspiel, zu 1440 Metres bey dem Dorfe Entrèves, in dem Thale von Aosta, hinabgehen [2]).

1) In $1\frac{1}{2}$ der Breite, auf dem Chimborasso, in 5880 Metres Höhe, hat Hr. von Humboldt — 1°,5; und Hr. Gay-Lussac im 49° der Breite und in gleicher Höhe, — 1°,6 ohngefähr gehabt.

2) Man sehe die physische Beschaffenheit dieses Thales, Journal des mines. tom. 29, p. 254.

Dritte Abtheilung.

Temperatur unter der Erd. Oberfläche.

Die Erd-Oberfläche stellt Länder und Meere dar: man ist unter die Oberfläche der erstern durch die Arbeiten des Bergmanns, und unter das Niveau der Meere durch die Sonde des Schiffers gelangt; man hat bey diesen Arbeiten Thermometer eingeführt, und dergleichen an jene Sonden befestigt: wir wollen die Resultate ihrer Anzeigen untersuchen.

a) Temperatur der Gruben.

Die Beobachtungen im Innern der Gruben müssen mit viel Vorsicht gemacht werden, um die Temperatur des Gesteines in einer bestimmten Tiefe, und nicht die eines, durch diese Tiefe gehenden, Luftzuges oder eines Wasser-Stroms, welcher von den obern Bauen hinab kommt, genau zu bekommen. Also werden wir keinen Schluſs aus den Beobachtungen ziehen können, nach welchen Guettard uns sagt, daſs sich die Temperatur in den berühmten Gruben von Wieliczka, von 85 bis 170 Metres Tiefe, auf 11° erhalten habe [1]), auch nicht aus denen, welche Deluc im Vorbeygehen in den Gruben auf dem Harze gemacht hat, und welche ihm auf der Schacht-Sohle von 330 Metres Tiefe bald 12°,6 bald 15° anzeigten.

Gensane, Berg-Director in Giromagny, in den Vogesen, hatte wahrscheinlich mehr Sorgfalt bey denen angewendet, woraus er schloſs, daſs die Temperatur

bey	100 Metres	Tiefe,	12°
-	308	-	18,8
-	433	-	23,1

wäre.

1) Mémoires de l' Academie. 1762.

Saussure verschafft uns nähere Angaben über die Beobachtungen, die er in Salzgruben von Bex in der Schweitz, in einem Schachte gemacht hat, in welchen seit drey Monaten niemand gekommen war.

In 108 Metres,		zeigte die Temperatur von ein wenig stehenden Wasser	14°,4 an
in 183	- -	in einem Stolln-Orte, hatte man - - - - - -	15,6
in 220	- -	gab auf der Schacht-Sohle gesammeltes Salzwasser, - -	17,4

Man wird bemerken, daſs dies hier keine Erzgrube ist. [1])

Ich selbst habe mit besonderer Sorgfalt eine groſse Anzahl Beobachtungen über die Temperatur der Gruben, besonders zu Freyberg in Sachsen, angestellt; ich gebe in folgender Tabelle diejenigen, welche mir am bündigsten erscheinen, und verweiſse wegen der andern und der nähern Umstände auf das Journal des Mines (tom. XIII.) und auf den III. Band meines Werkes über die Mines de Freyberg (Freyberger Gruben): ich gebe die senkrechte Tiefe und den Namen der Grube an, in welcher sie gemacht worden sind.

1) Voyage dans les Alpes. §. 1088.

Tiefe.	Bescheert-Glück.	Himmelfahrt.	Kühschacht.	Junge hohe Birke.
Metres.	. . .	. . .	. . .	. . .
0 . . .	8°	8°	8°	8°
100 . . .	. . .	10	. . .	10
120 . . .	$9\frac{1}{2}$	. . .	. . .	11
160 . . .	. . .	. . .	. . .	$12\frac{1}{2}$
180 . . .	. . .	$12\frac{1}{2}$	. . .	. . .
200 . . .	. . .	. . .	. . .	14
220 . . .	$12\frac{1}{2}$	. . .	$12\frac{1}{2}$	. . .
240 . . .	. . .	. . .	. . .	15
260 . . .	14 u. 15	$14\frac{1}{2}$	14	. . .
280 . . .	. . .	. . .	. . .	16
300 . . .	$15\frac{1}{2}$	. . .	16	. . .
330 . . .	. . .	. . .	. . .	17

Ich sage einige Worte über diese Beobachtungen und die Orte.

Freyberg liegt auf der Mitte des nördlichen Abfalles vom Erzgebirge, im 51° der Breite, und 400 Metres über der Meeres-Fläche; das Climat dort ist sehr kalt, und die mittlere Temperatur des Jahres übersteigt nicht 8 bis 9°. Meine Beobachtungen sind zu Ende des Winters 1802 gemacht worden; das Thermometer war dort bis auf 18° unter dem Eispunct gefallen, und ist fast nie über dem Gefrierpunct gestiegen; die Erde war seit einigen Monaten mit Schnee bedeckt und an den Tagen der Beobachtung selbst zeigte das Thermometer 3 oder 4° unter Null. Ich muſs noch bemerken; daſs man in den Freyberger Gruben weder innere Gährung, noch Bewegung in den mineralischen Substanzen kennt, welche einige besondere Temperatur-Erhöhung veranlassen könnte: von allen Seiten habe ich blos träge und kalte Massen gesehen.

Die Temperaturen von $12\frac{1}{4}$ und 14° in 220 und 260 Metres Tiefe, in der Grube *Beschertglück*, sind durch beträcht-

liche Quellen gegeben worden, welche in diesen Tiefen aus dem Gestein drangen; ihre Wärme war im Januar und May einerley; allein, da die Gewässer aus den obern Theilen kamen und folglich kälter waren, so werden sie den Canal, welcher sie leitete, erkältet und eine Wärme angezeigt haben, welche geringer als die der Tiefe, in welcher sie quollen, zukommende Wärme war: die stehenden Gewässer in den Stollen zeigten wirklich 15° an. *)

Die Grube, *Kühschacht*, die tiefste bey Freyberg, geht bis zu 414 Metres, und die Sohle derselben ist gegen 30 Metres unter dem Niveau des Meeres: im Jahre 1800 ist sie bis auf 70 Metres unter die Oberfläche des Gebirges überschwemmt worden; zur Zeit meiner Beobachtungen gewältigte man die Wasser, und ihr Niveau war schon 300 Metres unter dem Boden; was davon noch blieb, füllte nur eine Kluft von einem Metre Breite aus und war also sehr geeignet, die Temperatur des anliegenden Gesteins zu geben

Auf der Sohle der Grube, *Junge hohe Birke*, ist die Temperatur ebenfalls in einem Wasser genommen, welches die unterirdischen Arbeiten ersäufte und mehr als 30 Metres Tiefe hatte. Das Thermometer hielt sich in einem in demselben Niveau und eine ziemlich grofse Strecke von der unterirdischen Lache getriebenen, Stollen, in einerley Höhe.

Diese verschiedenen Beobachtungen nöthigen mich zu schliefsen, dafs *in den Gruben bey Freyberg die Temperatur zunimmt, je weiter man eindringt, und sie in 300 Metres Tiefe die Temperatur der Oberfläche des Bodens ohngefähr um 8° übersteigt.*

*) Als ich im Juni des gegenwärtigen 1820sten Jahres einige Barometer-Beobachtungen auf mehrern Puncten in der Grube Beschert Glück anstellte, fand ich das, was der Hr. Verfasser von der Wärme-Zunahme, je weiter man in die Erde eindringt, sagt, ebenfalls bestätigt. Das hunderttheilige Thermometer zeigte

an der Hängebank der Grube.	13°	=	10°,4 Reaum.
in der Tiefe von 410 pariser Fufs.	14°	=	11, 2 -
- - - - 1015. - - - -	17°	=	13, 6 -

Die Beobachtungen wurden mit möglichster Sorgfalt gemacht.

Anmerkung des Uebers.

Diese Behauptung ist unlängst durch neue, auf Anordnung des Sächsischen Oberberghauptmanns mit ganz besonderer Sorgfalt gemachte, Beobachtungen bestätigt worden Im Jahre 1805 wurden zwey Thermometer in der Grube Beschertglück, wo ich meine Beobachtungen gemacht hatte, unbeweglich aufgestellt; sie befanden sich in Nischen, die zu dem Ende in das Gestein gehauen waren und hinter einer Glasscheibe, das eine in 180 und das andere in 260 Metres Tiefe: sie wurden zwey Jahre lang täglich drey Mal beobachtet: sie zeigten immer einerley Grad, ohne die mindeste Veränderung, das erste 11°,2 und das andere 15°; dies ist genau das Resultat, welches ich im Jahre 1802 erhalten habe. Auf ähnliche Weise hat man Thermometer in der Grube *Alte Hoffnung Gottes*, zwey Meilen (lieues) nördlich von Freyberg, aufgestellt, und sie haben

in 73 Metres Tiefe.	.	9°
- 170 .	-	12,8
- 270 -	-	15,0
- 380 -	-	18,7

angezeigt [1]).

Nachdem der Hr. Oberberghauptmann diese Thatsachen berichtet, und eine Temperatur - Zunahme von ohngefähr einen Grad auf 37 Metres Tiefe gefolgert hat, bemerkt er, daſs alle jene Gruben in Gneis - Gebirgen sind, welche weder viel Kiese, noch andere, durch eine innere Bewegung zur Erhöhung der Temperatur empfänglich gemachte, Substanzen enthalten [2]).

Zuletzt im Juny und December 1815 in einer Grube bey Cornouailles gemachte Versuche, zeigen eine noch förm-

1) Annales des Mines tom 3.

2) Die Grube bey Hudgoat in Bretagne hat mir eine von der Zersetzung der Kiese herrührende Wärme dargestellt: die Temperatur, welche der Oberfläche des Bodens in dieser Gegend zukommt, ist 11° und die der Vitriolwasser, welche in 230 Metres Tiefe quollen, war 19°,7 (Journal des Mines tom. 21).

lichere und schnellere Zunahme an. Die Temperatur einige Metres über der Oberfläche des Bodens war - 1°,

in 200 Metres Tiefe stieg sie auf		18°
- 250	- - - - - -	22
- 300	- - - - - -	24
- 366	- - - - - -	26

Alle diese eben so bestimmten, als gut bestätigten Thatsachen führen uns zu dem Schluſs, daſs in den Gruben und auch in allen Hohlungen mitten in den Gesteinen die Temperatur zunimmt, je weiter man eindringt; und zwar in einer schnellen Progression: sie beträgt nach den am besten bestätigten Beobachtungen 1° auf 50 Metres.

b) *Temperatur der Meere.*

Die Beobachtungen, welche im Ocean gemacht worden sind, stellen eine entgegengesetze Thatsache dar, welche sogar, bey der ersten Ansicht, zu einer geradezu entgegengesetzten Folgerung zu führen scheint.

In den meisten Meeren, und besonders in denen der heiſsen Länder, nimmt die Temperatur nach Verhältniſs der Tiefe, wenigstens bis auf eine gewisse Entfernung von der Erde, ab: ich lege sogleich die Thatsachen dar.

Peron hat durch ein eben so sinnreiches als genau scheinendes Mittel 1), als die Wärme der Luft und der Oberfläche des Wasser 31° war, gefunden, daſs die Temperatur in offnem Meere

in 390 Metres Tiefe 9°,4 und
in 700 - - 7,5

wäre.

Schon die Beobachtungen von Forster in den Süd-Meeren 2) und die des Doctor Irwing in dem Eis-Meere 3)

1) Annales du Museum, no. 26.

2) Voyage de Cook, tom. V.

3) Voyage au pôle boréal fait en 1773 par le capitaine Phipps depnis Lord Mulgrave, p. 143 et 144.

hätten diese Verminderung zu erkennen gegeben, wie man solches durch folgende Tabelle sieht, wo man die Temperatur des Meeres sowohl auf seiner Oberfläche, als in verschiedenen Tiefen giebt.

Breite.	Temperatur der Luft.	Temperatur des Meeres auf der Oberfläche.	Temperatur des Meeres in der Tiefe von	
25° südlich.	. .	21°	19°,5	146 Metres.
35 . . .	. .	15	5,8	183 . .
56 . . .	. .	0	0,5	183 . .
64 . . .	. .	0,3	0,0	183 . .
60 nördlich.	10°	10	6,7	120 . .
60 . . .	15	14	10	103 . .
65 . . .	19	13	4,4	1252 . .
67 . . .	9	. .	—3,3	1430 . .
67 . . .	9	. .	0,	1232 . .
78 . . .	7	4	0,5	214 . .
78 . . .	5	. .	—0,5	216 . .
80 . . .	0	2,2	4,0	110 . .

Ellis schloſs aus den von ihm in den Meeren von Africa gemachten Beobachtungen, daſs die Temperatur bis zu 650 Klaftern (1200 Metres) abnimmt, allein unter selbigen zunimmt: und in 1000 Klaftern (1830 Metres) Tiefe hat er sie 11°,7 gefunden.

Saussure, dem keine Art von Beobachtungen in Bezug auf die Beschaffenheit und die Theorie der Erdkugel fremd

war, wollte, nachdem er eine große Anzahl von Versuchen über die Temperatur der Erde gemacht hatte, dergleichen auch über die Temperatur der Meere machen; unglücklicher Weise suchte er nur die des Grundes zu bestimmen; und durch Mittel, welche keinen Zweifel übrig lassen können, hat er gefunden, dafs sie in den Gegenden von Nice und Genua, in 288 und 585 Metres Tiefe 13°,25 wäre. 1)

Derselbe Beobachter hat die Temperatur des Grundes der meisten Alpen-Seen und in Tiefen genommen, welche von 50 bis zu 300 Metres veränderlich waren, das Thermometer änderte sich nur von 4°,2 bis zu 6°,9, obschon es auf der Oberflache dieser Seen auf 20° und sogar auf 25° stieg 2).

Diese sehr sonderbare Thatsache, denn die Temperatur der Erde war in einer sehr geringen Entfernung von jenen Seen, und in derselben Tiefe viel beträchtlicher gewesen; diese Thatsache, sage ich, fiel Saussure auf; vergeblich suchte er die Ursache derselben, und schloſs endlich, daſs kein bekannter Grund darüber hinreichende Auskunft geben könnte. Der Grund ist seitdem entdeckt worden; bestimmte Erfahrungen haben uns gelehrt, daſs das Wasser bey 4 Grad des Thermometers in seinem Maximum von Dichtheit ist, und daſs in einer Mischung von durch verschiedene Temperaturen gerührten Gewässern, diejenigen, welche jenen Grad haben, sich beständig auf dem Grunde halten. Daher kommt es, daſs in den Polar-Gegenden, unter ungeheuren Eis-Schichten, der Grund des Oceans gewöhnlich 4° Temperatur hat; daher kommt es auch, daſs dieſser Grad sich bisweilen im Meeres-Grunde in den gemäſsigten Zonen findet; Strömungen werden wahrscheinlich aus den kalten Zonen kommende Gewässer dorthin geführt haben; er muſs sich auch in den Seen finden, wo sehr kalte Gewässer zuflieſsen.

Allein an den Orten, wo eine ähnliche Ursache nicht bestehet, und nicht beständig den Grund des Behälters erkältet, theilt dieser Grund seine Wärme, das heiſst, die der

1) Voyage aux Alpes, §§. 1351, 1391 et 1393.

2) Ibidem 1394 it suiv.

Erde, dem nächsten Wasser und immer weiter dem folgendem mit, indem er immer den Gesetzen von der Vertheilung der Wärme in den Flüssigkeiten folgt.

Dies ist wahrscheinlich die Ursache

1) von der an den Küsten von Nice und Genua gefundenen Temperatur von 13°;

2) von der Erhöhung um ein oder zwey Grad über den dem Maximum der Dichtheit entsprechenden Grade in einigen Seen der Schweitz;

3) von der von Ellis bemerkten Thatsache, daſs, bis zu einer gewissen Tiefe, die Temperatur des Meeres abnimmt, um sodann zuzunehmen;

4) von den durch Péron beobachteten Thatsachen, daſs in gleicher Tiefe die Temperatur des Meeres höher, als in der Nähe der Küsten ist, etc.

Dieser letztere Naturkundige, darüber verwundert, die Temperatur für eine Vertiefung von 700 Metres um 24° fallen, urd in dieser Tiefe sogar mitten in der heiſsen Zone, nur 7° zu sehen, schloſs, daſs man in einer kleinen Entfernung unter dieser Tiefe den Eispunct erreichte und, noch weiter, nichts als Eis wäre. Allein unter dem Polar-Kreis hat Irwing nicht die Hälfte dieser Verminderung bey einer doppelten Tiefe gehabt; im 80° längs des ungeheuern Eisklumpens, welcher die Polar-Gegenden bedeckt, hat er blos einen weichen Thongrund gefunden, in welchen die Sonde um einige Klaftern eindrang, und dessen Temperatur folglich über dem Eispuncte war; oft war sie sogar gröſser auf diesem Grunde, als auf der Oberfläche des Meeres.

Die Verminderung der Wärme in den groſsen Wasser-Massen, je weiter man eindringt, ist also nur ein besonderer Umstand, welcher von der Beweglichkeit der Theilchen der Flüssigkeit, und von den Gesetzen der Hydrostatik abhängt, welche will, daſs die Theilchen, nach der umgekehrten Ordnung ihrer gegenseitigen Dichtheit, über einander seyn. Diese Verminderung widerspricht auf keine Weise der Folgerung, welche man aus den im Innern der festen Masse der Erde gemachten Beobachtungen gezogen hat, welche letztere unwiderlegbar beweiſsen, daſs in allen von

uns erreichten Tiefen, die Temperatur mit der Tiefe zunimmt.

Indem ich übrigens diese letztere Thatsache anführe, und sie als bestimmt darlege, muthmaafse ich nichts über ihre Ursache. Ich beschränke mich blos darauf, zu bemerken, dafs sie anzuzeigen scheint, die Erde besitze in ihrem Schoofse einen oder mehrere Wärme-Heerde, welche von der Wirkung der Sonne unabhängig sind. Allein kommt diese Wärme von einem *Central-Feuer*, das von einem Schmelzungs-Zustande herrührt, in welchem noch das Innere der Erde seyn würde, so wie es Büffon, Mairan, Bailli, u. s. w. dachten? Oder ist sie wohl eine Wirkung der chemischen Kraft welche die in der Erdkugel befindlichen Körper aufeinander ausüben?

Dies sind Aufgaben, zu deren Auflösungen unsere Kenntnisse über die unsern Beobachtungen zugänglichen Theile der Erde uns keine Data verschaffen.

Eilfte Anmerkung.

Von der Messung der Höhen mit dem Barometer.

Die Höhe der Berge, und die gegenseitige Erhöhung der verschiedenen Theile eines Gebirges, sind für den Geologen, welcher sie durchreifst und studirt, ein Gegenstand von gröfstem Interesse, und die Bestimmung dieser Erhöhungen ist eine seiner wichtigsten, ich möchte sogar sagen, seiner befriedigendsten Beschäftigungen. Das Barometer ist es, mit welchem er operirt, und dieses Instrument ist gewissermaafsen ein gewöhnlicher Begleiter bey seinen Reisen geworden. Daher glaube ich, diese Art, die Höhen zu messen, in dieser Abhandlung der Geognosie darstellen zu können. Ich werde solches dergestalt bewirken, um eine völlige Verständlichkeit zu geben, indem ich suche, sie der gröfstmöglichsten Zahl von Lesern einleuchtend zu machen, und die einzelnen Umstände vermeide, wegen welcher ich auf ein Memoire verweise, welches ich in dem 70 und 71 Bande des Journal de physique bekannt gemacht habe.

Wenn man in ein mit Quecksilber gefülltes Gefäſs das untere Ende einer luftleeren und am obern Ende verschlossenen Röhre senkt, so treibt der Druck, den die Atmosphäre in Folge ihres Gewichts auf die Oberfläche dieses Metalls ausübt, solches an, in der Röhre zu steigen und sich so lange zu erheben, bis das Gewicht der Quecksilber-Säule jenen Druck aufwiege und ihm folglich gleich sey: mit andern Worten, das Quecksilber steigt, bis daſs das Gewicht seiner Säule mit dem Gewicht einer der Luftsäulen, die auf dem Gefäſs ruhen, und welche einen gleichen Durchmesser hätte, gleich ist; dies ist die Theorie der torricellischen Röhre oder des *Barometers*. Wenn man dieses Instrument über die Erd-Oberfläche erhebt, so fällt das Quecksilber in der Röhre, weil selbiges dadurch, daſs die Luftsäulen, welche darauf drücken, kürzer werden, weniger belastet wird; und dieses, sich mit der Erhöhung im Verhältniſs befindende, Sinken wird uns diese Höhe erkennen lassen können; es wird hinreichen, Regeln oder Formeln zu finden, welche die, mit bekannten Längen barometrischer Säulen übereinstimmenden, Höhen geben.

Ich will nun diese Regeln auf eine möglichst elementarische Art aufstellen, sie sind es, welche die *barometrische Methode*, die Höhen zu messen, ausmachen [1]) und werde sodann ein Mittel geben, wodurch auch die in die Rechenkunst am wenigsten eingeweihten Personen davon Gebrauch machen können: ich werde in einem zweiten Theile die Fehler untersuchen, welche man bey der Anwendung dieser Methode auf die Pracktik begehen kann, und mit einigen kurzen Bemerkungen über die Beobachtungs-Weise an den Instrumenten schlieſsen.

1) Die Darstellung, welche ich geben will, erfordert keine andern mathematischen Kenntniſse, als die Anfangsgründe der Arithmetik, so wie sie in den, sich in den Händen der Anfänger befindenden Abhandlungen, zum Beyspiel, in der von Bezout, dargestellt sind, und jene ersten Begriffe von der Algebra, die man in ein oder zwey Stunden Zeit erlangen kann. Zu Ende dieser Anmerkung werde ich eine analytische und vollständige Auflösung der Aufgabe geben.

Beyde Methoden sind mein Eigenthum.

Erster Theil.

Von der barometrischen Methode.

Aufstellung der Grund-Formel.

Man nimmt zwey Puncte oder Stationen auf der Erdoberfläche, beobachtet da das Barometer und Thermometer; und aus diesen Beobachtungen muſs man die Höhe oder den Höhen-Unterschied zwischen diesen beyden Stationen ableiten.

Um die Aufgabe zu lösen, wollen wir zuerst annehmen, daſs die atmosphärische Luft auf Null der thermometrischen Temperatur, daſs sie ganz trocken, und die Schwere eine beständige Kraft sey.

Dies vorausgesetzt, wollen wir in Gedanken die Atmosphäre in sehr dünne horizontale Schichten, (zum Beyspiel von einem Centimetre) aber gleicher Dicke theilen. Diese Dicke zur Einheit angenommen, wird die Erhöhung der verschiedenen Schichten über dem Meere durch die natürliche Reihe der Zahlen o, 1, 2, 3, 4, ... Centimetres dargestellt, also wird diese Erhöhung in *arithmetischer Progression* wachsen.

Denn, wenn man die auf einander folgendeu Höhen durch a, a^{I}, a^{II}, etc., darstellt, so wird man haben

$$\div\ o.\ a.\ a^{I}.\ a^{II}.\ a^{III}.\ a^{IV}.\ .\ .\ .$$

Wird andrer Seits die Atmosphäre in der zwischen den beyden Stationen begriffenen Region im Gleichgewicht angenommen, so werden alle Theile einer Schicht einen gleichen Druck erleiden, und indem man von einer Schicht zur andern steigt, wird dieser Druck oder das Gewicht, welches ihn hervorbringt, in geometrischer Progression abnehmen [1].

1) Es sey, um solches zu beweiſsen, P das Gewicht einer, in sehr dünne, aber gleich dicke Schichten, getheilten Luftsäule, p, P^{I}, P^{II}, das Gewicht derselben Säule, wovon man nach und nach die erste, die beyden ersten, die drey ersten Schichten, von unten an, abgezogen hat; q, q^{I}, q^{II}, die

Nun wird nach dem, was wir im Anfange gesagt haben, jenes zusammendrückende Gewicht in jeder Schicht dem Gewicht der Säule eines Barometers gleich seyn, dessen Gefäfs sich in dieser Schicht befinden würde: ferner sind, bey gleicher specifischen Schwere des Quecksilbers, das heifst, bey gleicher Temperatur und Schwerkraft, die Gewichte der Barometer-Säulen mit der Länge derselben proportional; also *wird die Länge einer Barometer-Säule, nach und nach von Schicht zu Schicht erhoben, in geometrischer Progression abnehmen.*

Wenn also B den Stand des Barometers am Meere, das heifst, am Ende der untersten Schicht, und b, b^{I}, b^{II}, u. s. w. die successiven Stände in den unmittelbar höhern Schichten darstellt, so wird man haben

$$\div\!\div\ B : b : b^{I} : b^{II} : b^{III} \ldots.$$

Wir wollen diese Progression zunehmend machen und sie mit 1 anfangen lassen. Sie wird zuerst

$$\div\!\div\ \frac{1}{B} : \frac{1}{b} : \frac{1}{b^{I}} : \frac{1}{b^{II}} : \frac{1}{b^{III}} \ldots.$$

Dichtheiten der ersten, zweyten, dritten Schicht. Die Gewichte dieser Schichten werden offenbar $P - p$, $p - p^{I}$, $p^{I} - p^{II}$ und die Gewichte, welche sie zusammendrücken, p, p^{I}, p^{II}, u. s. w. seyn.

Man weifs durch die Anfangsgründe der Physik

1) dafs die Luft sich nach Verhältnifs der Gewichte, womit sie belastet wird, zusammendrückt, und folglich die Dichtheiten den zusammendrückenden Gewichten proportional sind;

2) dafs, weil die Dicke (und folglich das Volumen) der Schichten einerley ist, ihre Dichtheit ihrem Gewichte proportional ist.

Nach dem ersten Grundsatze hat man

$$q : q^{I} :: p : p^{II}$$

nach dem zweyten,

$$q : q^{I} :: P - p : p - p^{I},$$

Also, wegen des gemeinschaftlichen Verhältnisses $q : q^{I}$

$$P - p : p - p^{I} :: p : p^{I} \text{ oder } P :: p : p^{I}$$

Eben so wird man haben,

$$p : p^{I} :: p^{I} : p^{II}$$

Also

$$\div\!\div\ P : p : p^{I} : p^{II} : p^{III} \ldots, \text{ C. Q. F. D.}$$

und dann, wenn man die Glieder mit B multiplicirt,

$$\div\div 1 : \frac{B}{b} : \frac{B}{b^{I}} : \frac{B}{b^{II}} : \frac{B}{b^{III}} \ldots\ldots$$

Wir erinnern uns jetzt, daſs die Logarithmen Zahlen in arithmetischer Progression sind, welche Glied für Glied mit einer andern Zahlen-Reihe in geometrischer Progression correspondiren [1]; und daſs ferner bey den Logarithmen, welche ein Mittel geben, die Multiplicationen in Additionen und die Divisionen in Subtractionen zu verwandeln, das erste Glied der arithmetischen Progression Null und das erste Glied der geometrischen Progression 1 ist.

In Ansehung unsrer beyden Progressionen

$$\div\, 0 \cdot a \cdot a^{I} \cdot a^{II} \cdot a^{III} \ldots\ldots$$

$$\div\div 1 : \frac{B}{b} : \frac{B}{b^{I}} : \frac{B}{b^{II}} : \frac{B}{b^{III}} \ldots\ldots$$

Wir haben also

$$a = \log \frac{B}{b}, \quad a^{I} = \log \frac{B}{b^{I}}, \quad a^{II} = \frac{B}{b^{II}}$$

Diese *barometrischen* Logarithmen, man erlaube mir diesen Ausdruck, sind zwar nicht die Logarithmen unsrer gewöhnlichen Tafeln; allein es ist leicht, ihnen letztere zu substituiren, weil die Logarithmen irgend eines Systems auf die Logarithmen eines andern Systems durch die Multiplication mit einer in dem ganzen System constant bleibenden Zahl, gebracht werden können [2]. Es sey hier c diese Zahl, welche wir kürzlich bestimmen wollen, und wir werden bey Anwendung der Tafel-Logarithmen,

$$a = c \log \frac{B}{b} = c\,(\log B - \log b)$$

$$a^{I} = c \log \frac{B}{b^{I}} = c\,(\log B - \log b^{I})$$

haben.

1) Definition von d'Alembert, in der Encyclopedie.

2) Lacroix, Algèbre, §. 250. Im Allgemeinen kann jede arithmetische mit Null anfangende Progression in eine andere arithmetische Progression verwandelt werden, wenn man sie mit einer gewissen Zahl multiplicirt, (welche das Verhältniſs zwischen den beyden Progressionen ist): nun aber ist ein Logarithmen-System nur eine solche Progression.

Wenn nun a^1 die Höhe der untern Station über dem Meere, und a^{1000} die Höhe der obern Station, b^1 der Barometer-Stand auf der erstern, und b^{1000} auf der obern Station ist, so wird der Höhen-Unterschied, welcher $a^{1000} - a^1$, ist,

$$c\,(\log B - \log b^{1000}) - c\,(\log B - \log b^1)$$
$$\text{oder } c\,(\log b^1 - \log b^{1000})$$

seyn.

Ueberhaupt sey H die Höhe des Barometers auf der untern Station, h die auf der obern Station, und x der Höhen-Unterschied zwischen den beyden Stationen, so ist klar, daſs man

$$x = c\,(\log H - \log h)$$

haben wird.

Der Werth von c, welcher derselbe bleiben muſs, was auch die Werthe von x, H, h, seyn mögen, wird uns durch einen besondern Fall gegeben, bey welchen die specifischen Schweren des Quecksilbers und der Luft uns genug seyn werden, diese drey Gröſsen zu bestimmen. Die Hrn. Biot und Arago haben gefunden, daſs das Quecksilber, bey 0° des Thermometers, einen barometrischen Druck von 0,76 Metres und im 45° der Breite, 10467 mal schwerer, als die trockne Luft ist. Nehmen wir nun hiernach an, daſs die Atmosphäre in Schichten von 0,10467 Metres Dicke getheilt, und jede von gleichförmiger Dichtheit sey; so werden sie dünn genug seyn, damit letztere Annahme zu keinem merklichen Irrthum Gelegenheit geben könne [1]).

Wir wollen uns in Gedanken, in die Schicht begeben, wo ein auf ihre obere Fläche gestelltes Barometer, sich auf

1) Wenn man, anstatt die Dicke der Luftschichten 0,10467 Metres anzunehmen, sie hundert und sogar tausend Mal kleiner genommen hätte, so würde man gleichfalls c = 18317 Metr. gehabt haben. Durch weitläufige Zahlen-Rechnung habe ich mich versichert, daſs, da die Dicke 0,00001 Metr. ist, welches noch nicht die Dicke des dünnsten Papiers beträgt, man für c = 18316,88 Metr. erlangt haben würde. Man wird also auf keine Weise die Gesetzlichkeit unsrer Annahme antasten können.

0,76 Metr. hielte: wenn nun die Luft 10467 mal leichter, als das Quecksilber ist, und man das Barometer auf die untere Fläche der Schicht hinab bringt, so wird das Quecksilber um eine, den 10467ten Theile der Dicke dieser Schicht, gleiche Gröſse steigen, weil die Barometer-Säule um ein dem Gewicht der Luftsäule gleiches Gewicht zunehmen muſs. Nun ist der 10467te Theil von 0,10467 Metres, 0 00001 Metr.; also wird das Barometer auf dieser Fläche, welche die untere Station darstellt, 0,76001 Metres anzeigen; während es auf der obern Fläche oder Station auf 0,76 M. steht; der Höhen-Unterschied zwischen den beyden Stationen, welcher die Dicke der Schicht ist, wird 0,10467 Metre seyn. Also hat man

$$0{,}10467 \text{ Metr.} = c\,(\log 0{,}76001 - \log 0{,}76$$

Da die groſsen Logarithmen-Tafeln log 0,76001 — log 0,76 = 0,0000057144, geben, so wird man

$$c = \frac{0{,}10467}{0{,}0000057144} = 18317 \text{ Metres},$$

und zur End-Formel

$$x = 18317\,(\log H - \log h)$$

haben.

Additionen.

Wir wollen nun, durch verschiedene Additionen, die Wirkung der gemachten Voraussetzungen, daſs nämlich die Luft auf 0° Temperatur, daſs sie ganz trocken sey, und die Schwere überall dieselbe Wirksamkeit als im 45° der Breite habe, verbessern.

Addition in Bezug auf die Temperatur der Luft.

Die Wärme dehnt die Luft aus, macht sie weniger dicht und schwer: je stärker sie seyn wird, desto leichter wird die Luft seyn, und desto mehr muſs man in der Luft steigen, damit das Barometer um einerley Gröſse falle, weil der Unterschied der beyden Barometer-Säulen an den beyden Stationen, am Gewicht, dem Unterschiede zwischen den beyden Luftsäulen in denselben Stationen, gleich seyn muſs. So daſs einerley Fallen des Barometers, Höhen ent-

spreche, die um so gröſser sind, als die Temperatur der Luft beträchtlicher ist.

Von Null des hunderttheiligen Thermometers an, dehnt die Wärme die Luft um 0,00375 ihres Volumens bey jedem Thermometer-Grade aus: da nun folglich eine, einem gewissen Sinken des Barmometers (H — h) entsprechende Höhe in der Voraussetzung bestimmt wird, daſs die zwischen den beyden Stationen begriffene Luft 0° Temperatur habe, welches in unsrer Formel der Fall ist, so wird man die, einem solchen Fallen entsprechende Höhe, wenn die Luft auf irgend einem Grade seyn wird, erhalten, indem man die erstere um so viel Mal ihres 0,00375ten Theils vergröſsert, als n Einheiten hat, das heiſst, indem man sie mit dem Factor $1 + 0{,}00375\, n$ multiplicirt.

Die Gröſse n soll die allgemeine Temperatur der zwischen den beyden Stationen begriffenen Luftmasse darstellen; um sie zu bestimmen, muſs man

1) die Temperatur der äuſsern Schichten dieser Masse; und

2) das Gesetz, nach welchem sie von einer zur andern abnimmt, kennen; und das, was man in diesem Falle am besten thun kann, sagt Hr. Laplace, ist, in der ganzen Masse eine gleichförmige und mittlere Temperatur zwischen den beyden Stationen anzunehmen. Folglich, wenn t der Stand des Thermometers in der untern Station, und t^1 in der obern Station ist, so wird man haben $n = \frac{t + t^1}{2}$; und der Verbesserungs-Factor wird

$$1 + 0{,}00375 \frac{t + t^1}{2}$$

seyn.

Addition in Bezug auf den Feuchtigkeits-Zustand der Luft.

Zu jenem Factor werden wir noch eine, von den in der Atmosphäre verbreiteten Wasserdünsten abhängige, Verbesserung machen. Diese Dünste sind, bey gleicher elastischen Kraft, leichter als die Luft: wenn sie sich also mit selbiger vermischen, so vermindern sie ihre Dichtheit und folglich veranlassen sie in dem Werthe von n eine ähn-

liche, schon wegen der Temperatur gemachte, Correction, das heifst, eine mit der Verminderung der Dichtheit im Verhältnifs stehende Vergröfserung. In Ansehung der Schwierigkeit und beynahe Unmöglichkeit, auf eine genaue Art die Verminderung der Dichtheit zu bestimmen, welche der Wirkung der Dünste in der ganzen zwischen den beyden Stationen begriffenen Luft-Masse zukommt, und im Betracht, dafs die Dünste im Allgemeinen um so häufiger in unsrer Atmosphäre sind, je höher die Temperatur ist, bewirkt Hr. Laplace die Correction, welche sie nöthig machen, dadurch, dafs er den Coefficient für die Ausdehnung der Luft, 375 vergröfsert und auf 400 setzt. Sonach wird der Verbesserungs-Factor $1 + 004 \frac{t + t^1}{2}$ oder

$$1 + 0{,}002\,(t + t^1).$$

Addition in Bezug auf den Unterschied in der Temperatur der Barometer.

Indem wir die Formel aufstellten, setzten wir voraus, dafs das Quecksilber der beyden Barometer auf einerley Temperatur war; allein da es selten so ist, so mufs man die Längen der beyden barometrischen Säulen darauf bringen, was sie seyn würden, wenn sie von einerley Wärmegrad berührt wären.

Nach den Untersuchungen des Hrn. Dulong und Petit dehnt sich das Quecksilber um $\frac{1}{5550}$ oder 0,0001802 bey jedem Grade des Thermometers aus; wenn man also die kälteste Säule um so viel mal ihres 5550ten Theils verlängert, als Grade Unterschied zwischen den Temperaturen der beyden Barometer sind, so wird man eine angemessene Verbesserung bewirken; drückt daher T die Temperatur des untern Barometers und T^1 die des obern Barometers, welches gewöhnlich die kälteste ist, aus, so wird die Barometer-Höhe h

$$h\,[1 + 0{,}00018\,(T - T^1)]$$

werden.

Addition in Bezug auf den Unterschied in der Veränderung der Schwere auf die Barometer.

Unsere beyden Barometer - Säulen müssen nicht allein auf einerley Temperatur, sondern auch auf einerley Schwer-Kraft reducirt werden.

Da diese Kraft beym Aufsteigen in der Atmosphäre abnimmt, so wird das Quecksilber in dem obern Barometer specifisch leichter seyn und höher steigen, als wenn die Wirkung dieser Kraft beständig geblieben wäre. Man wird es auf die Höhe, die es haben soll, dadurch zurückführen, dafs man die, durch die Beobachtung gegebene, Höhe in dem Verhältnifs des Quadrats der Entfernungen beyder Barometer bis zum Mittelpunct der Erde vermindert, weil die Schwere in diesem Verhältnifs abnimmt. Ich habe, wie man aus den, diesen Aufsatz schliefsenden theoretischen Betrachtungen sehen wird, gefunden, dafs diese Correction auf eine genaue und viel einfachere Art geschiehet, wenn man den Coefficient 18317, ein für alle Mal um 48 Metres vergröfsert, welcher also 18365 Metres wird.

Addition in Bezug auf die Veränderung der Schwere in senkrechter Richtung.

Die Abnahme der Schwere beym Aufsteigen in der Atmosphäre macht auch, dafs die, zwischen den beyden Stationen begriffene, Luftmasse leichter und folglich weniger dicht ist, was sie nicht seyn würde, wenn die Schwerkraft in allen Höhen, die wir erreichen können, dieselbe Wirksamkeit, als an der Meeresfläche behielte. Nun haben wir diese Wirksamkeit in der Formel angenommen, indem wir die Schwere der Luft an einem Orte nahmen, wo das Barometer auf 0,76 Metr. stand, welches die mittlere Höhe dieses Instruments in dem untern Theile der Atmosphäre ist. Folglich mufs man auch den Werth von x verhält-

nifsmäfsig mit der Dichtheit in der, zwischen den beyden Stationen begriffenen Luftmasse, oder im Verhältnifs mit der Verminderung der Schwerkraft, von der Meeresfläche bis in die Mitte dieser Masse, nämlich in dem Verhältnifs des Quadrats der Entfernung dieser beyden Puncte bis zum Mittelpunct der Erde vermindern [1]): man weifs, dafs die anziehenden Kräfte im umgekehrten Verhältnifs des Quadrats der Entfernungen wirken.

Diese Vergröfserung kann auch, wie man bey der analytischen Auflösung sehen wird, geschehen, *wenn man den Coefficient* 18365 *um den sechstausendsten Theil der Höhe der untern Station über dem Meere, plus den dreytausendsten Theil des Höhen-Unterschiedes zwischen den beyden Stationen* (welcher Unterschied annähernd bestimmt worden) *vermehrt:* oder auch mit hinreichender Genauigkeit, wenn man ihn ein für allemal um zehn Metres vermehrt.

Addition in Bezug auf die Veränderung der Schwere nach der geographischen Breite.

Der Coefficient ist für die Breite von 45° bestimmt worden: von diesem Puncte aus nimmt die Schwerkraft nach dem Pole hin zu, und nach dem Aequator hin ab; durch die Wirkung dieser Veränderung ist die Luft der Atmosphäre in dem ersten Falle dichter und in dem zweyten weniger dicht; folglich mufs der Werth von x (welcher dem Coefficient proportional ist) in einem umgekehrten Verhältnisse entweder vermehrt oder vermindert werden, nun wird die Vermehrung oder Verminderung der

1) Wenn a die Höhe der untern Station über dem Meere, und r der Erd-Halbmesser ist, so wird jenes Verhältnifs

$$\frac{\left(r + a + \frac{x}{2}\right)^2}{r^2}$$ seyn, welches sich auf $1 + \frac{2a + x}{r}$ reducirt.

Schwerkraft, nach den Beobachtungen der Physiker und Astronomen [1]) vom 45° der Breite an, durch 0,00284 cos 2 l ausgedrückt, wo l die Breite darstellt. Wir werden also die gewünschte Verbesserung dadurch bewirken, daſs wir den Werth von x mit

1 + 0,00284 cos 2 l multipliciren.

In den gemäſsigten Zonen kann sie dadurch geschehen, *daſs man den zehntausendsten Theil der gefundenen Höhe nimmt, ihn mit dem Unterschiede zwischen der Breite der Stationen und 45° multiplicirt, und das Product zu der gefundenen Höhe hinzufügt oder davon abzieht, je nachdem die Breite über oder unter 45° ist.*

Nehmen wir alle bis jetzt angezeigten Correctionen in der Formel zusammen, so wird x vermittelst der folgenden Gleichungen bestimmt werden:

$$x = x^{I}\left(1 + \frac{2\,a + x^{I}}{r}\right)$$

$$x = 18365\,[1 + 0{,}002\,(t + t^{I})]\,(1 + 0{,}00284 \cos.\, 2\,l)$$
$$[\log H - \log h\,(1 + 0{,}00018\,(T - T^{I}))]$$

oder wenn man die sich auf die Breite beziehende Verbesserung auf die oben erwähnte Art bewirkt,

$$x = 18375\,[1 + 0{,}002\,(t + t^{I})]\,[\log H - \text{etc.}].$$

Prüfung der Formel an einer bekannten Höhe.

Ehe wir blos aus theoretischen Betrachtungen abgeleitete Formeln in der Ausübung anwenden, wollen wir damit erst eine Prüfung an einer durch andere Mittel gemessenen Höhe vornehmen. Wir wollen selbige an einem zu einem solchen Zwecke vollkommen schicklichen Berge machen: dies ist der Mont-Gregorio, zwey Meilen (lieues) nordwestlich von der kleinen Stadt Ivrée. Er gehört zur Alpen-Kette, welche die Ebenen von Piemont im Norden begränzt: sein Fuſs berührt sie unmittelbar, und sein in freyer Atmosphäre isolirter Gipfel ist ohngefähr zweytausend Metres über der Meeres-Fläche.

1) Hr. Laplace, Mécanique céleste.

In Uebereinkunft mit Hrn. Mallet, Ober-Ingenieur der Brücken und Strafsen, habe ich auf einer grofsen Wiese und sechstausend Metres von der Spitze eine Grundlinie gelegt, welche mit besonders dazu gefertigten Maafsstäben gemessen wurde; sie hatte 670,299 Metres; die Winkel wurden mit einem Wiederholungs-Kreise genommen und zehnmal wiederholt und die Einwirkung der Refraction wurde durch eine der Formeln der *Mecanique céleste* verbessert, die hierzu anwendbar war. Das Resultat dieser trigonometrischen Operation hat uns für die Höhe des Berges 1708,4 Metres über der Wiese gegeben [1]).

Zwölf Mal haben wir uns im Monat October 1809 mit Instrumenten, welche unlängst von dem in dieser Art geschicktesten Künstler (Fortin) in Paris gefertigt worden, der eine auf den Gipfel, der andere an den Fufs des Berges begeben; jeden der zwölf Tage haben wir die Anzeigen dieser Instrumente um 11, $11\frac{1}{2}$, 12, $12\frac{1}{2}$ und 1 Uhr angemerkt.

Ich will hier die Beobachtung geben, welche unter den günstigsten Umständen gemacht worden, und welche beynahe das Mittel von denen darstellt, welche zu derselben Stunde Statt gefunden haben.

Den 17ten October zu Mittage hatte man

$H = 0{,}7422$ Metres

$h = 0{,}60505$ -

$T = 19°{,}85$, welche sich auf 17,87 reduciren [2])

$T^1 = 10{,}5$. . . 9,50 . .

$t = 19{,}95$

$t^1 = 9{,}9$

1) Man sehe in dem Journal de physique tom 70. p. 451 etc. die nähern Umstände dieser, vielleicht genauesten, Operation, die je gemacht worden, um die trigonometrischen und barometrischen Messungen zu vergleichen.

2) Man hat die Thermometer-Stände um ein Zehntheil vermindert, um die Wirkungen der Ausdehnung der Barometer-Scale zu verbessern. Diese Scale war von Messing und das Messing dehnt sich bey gleicher Temperatur zehnmal weniger als das Quecksilber aus.

Ferner hat man $l = 45°, 32'$ und $a = 250$ Metres.

Nach diesen gegebenen Gröfsen erhält man durch die Formeln

$$x' = 1714{,}0 \text{ und } x = 1714{,}6 \text{ Metres,}$$

ein Resultat, welches 6 Metres gröfser, als das durch die trigonometrische Messung gegebene Resultat ist. Dieser Unterschied mufs bey einer so grofsen Höhe als Null angesehen werden, aufser dem, dafs selbiger fast in die Gränze der Beobachtungs-Fehler geht, werden uns anderweite Betrachtungen zeigen, dafs in Ansehung der Stunde der Beobachtungen auf dem Mont-Gregorio das Resultat derselben ein wenig zu grofs ausfallen müfste.

Wir können also aus unsrer Vergleichung zwischen den beyden Arten, die Höhen zu messen, schliefsen, dafs die von uns aufgestellte Formel so genaue Resultate giebt, als man es von der barometrischen Methode hoffen kann.

Im Allgemeinen mufs man bey jedem Barometer, welches eine durch die Wärme der Verlängerung unterworfene Scale hat, eine gehörige Verbesserung bewirken. Diese geschiehet, wenn man T und T', oder den Coefficient der Ausdehnung des Quecksilbers (0,000180), in dem Verhältnifs der Ausdehnungen dieses Metalls und der Scale vermindert; oder auf eine noch einfachere Art, wenn man an dem am Barometer befestigten Thermometer eine Scale anbringt, deren Grade nicht die des gewöhnlichen Thermometers, sondern die in dem obenerwähnten Verhältnisse verminderten Grade sind. Wenn zum Beyspiel, die Scale von Messing ist, so wird man nur 90° vom Eispuncte bis zum Siedepuncte setzen; wäre sie von Glas, so würde man, da sich selbiges um 0,0000087 auf jedem Grad ausdehnt, während das Quecksilber sich 0,00018 ausdehnt, 95°,2 setzen, weil

$$100\left(1 - \frac{87}{1800}\right) = 95{,}2 \text{ ist.}$$

Tafel zur Messung der Höhen mit dem Barometer.

Stand des Barometers.	Höhen nach den Barometer Ständen. No. 1. Millimetres des Baromeders.										Höhen für die Zehntausendtheile des Barometers. No. 2. Zehntheil-Millimetre des Barometers.								
	9.	8.	7.	6.	5.	4.	3.	2.	1.	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Centim.	Metres.	Metres.	Metres.	Metres.	Metres.	Metres.	Metres.	Metres.	Metres.	Metres.	Metres.	Metres.	Metres.	Metres.	Metres.	Metres.	Metres.	Metres.	Metres.
77	0,0	10,2	20,5	30,8	41,1	51,4	61,7	72,0	82,3	92,7	1,0	2,1	3,1	4,1	5,1	6,2	7,2	8,3	9,3
76	103,0	113,4	123,8	134,2	144,6	155,1	164,5	176,0	186,5	197,0	1,0	2,1	3,1	4,2	5,2	6,2	7,3	8,3	9,4
75	207,5	218,0	228,5	239,1	249,6	260,2	270,8	281,4	292,0	302,7	1,1	2,1	3,2	4,2	5,3	6,4	7,4	8,5	9,5
74	313,3	324,0	334,7	345,4	356,1	366,8	377,5	388,2	399,0	409,7	1,1	2,2	3,2	4,3	5,4	6,4	7,5	8,6	9,6
73	420,4	431,1	441,8	452,6	463,5	474,5	485,4	496,4	507,3	518,3	1,1	2,2	3,3	4,4	5,5	6,5	7,6	8,7	9,8
72	529,2	540,2	551,1	562,0	573,0	584,0	595,0	606,1	617,2	628,3	1,1	2,2	3,3	4,4	5,5	6,6	7,7	8,8	9,9
71	639,4	650,6	661,7	672,8	683,9	695,0	706,2	717,4	728,6	739,8	1,1	2,2	3,3	4,4	5,6	6,8	7,8	8,9	10,0
70	751,1	762,4	773,7	785,0	796,3	807,6	818,9	830,2	841,6	853,0	1,1	2,3	3,4	4,5	5,6	6,8	7,9	9,0	10,2
69	864,4	875,8	887,3	898,7	910,2	921,7	933,2	944,7	956,2	967,8	1,1	2,3	3,4	4,6	5,7	6,9	8,0	9,2	10,4
68	979,4	991,0	1002,6	1014,3	1025,9	1037,5	1049,2	1060,9	1072,6	1084,3	1,2	2,3	3,5	4,6	5,8	7,0	8,1	9,3	10,5
67	1096,0	1107,8	1119,5	1131,3	1143,1	1155,0	1166,8	1178,7	1190,5	1202,5	1,2	2,4	3,5	4,7	5,9	7,1	8,3	9,4	10,6
66	1214,4	1226,3	1238,2	1250,3	1262,3	1274,4	1286,3	1298,4	1310,5	1322,6	1,2	2,4	3,6	4,8	6,0	7,2	8,4	9,6	10,8
65	1334,7	1346,8	1358,9	1371,0	1383,2	1395,4	1407,6	1419,8	1432,1	1444,4	1,2	2,4	3,7	4,9	6,1	7,3	8,5	9,8	11,0
64	1456,7	1469,0	1481,3	14[illegible]3,6	1506,0	1518,4	1530,8	1543,2	1555,7	1568,1	1,2	2,5	3,7	5,0	6,2	7,4	8,7	9,9	11,2
63	1580,5	1593,0	1605,5	1618,0	1630,6	1643,2	1655,8	1668,4	1681,0	1693,7	1,3	2,5	3,8	5,0	6,3	7,6	8,8	10,1	11,3
62	1706,4	1719,1	1732,8	1744,6	1757,4	1770,2	1783,0	1795,8	1808,6	1821,5	1,3	2,6	3,8	5,1	6,4	7,7	9,0	10,2	11,5
61	1834,3	1847,1	1860,0	1872,9	1885,9	1899,0	1912,0	1925,1	1938,1	1951,2	1,3	2,6	3,9	5,2	6,5	7,8	9,1	10,4	11,7
60	1964,3	1977,4	1990,5	2003,6	2016,7	2030,0	2043,2	2056,5	2069,8	2083,1	1,3	2,6	4,0	5,3	6,6	7,9	9,2	10,6	11,9
59	2096,4	2109,7	2123,0	2136,4	2149,8	2163,2	2176,7	2190,2	2203,7	2217,3	1,3	2,7	4,0	5,4	6,7	8,0	9,4	10,7	12,1
58	2230,8	2244,3	2257,9	2271,5	2285,1	22[illegible]8,8	2312,5	2326,2	2339,9	2353,6	1,4	2,7	4,1	5,4	6,8	8,2	9,5	10,9	12,2
57	2367,4	2381,2	2395,0	2408,9	2422,8	2436,7	2450,6	2464,5	2478,5	2492,5	1,4	2,8	4,2	5,5	7,0	8,3	9,7	11,1	12,5
56	2506,5	2520,5	2534,5	2548,6	2562,7	2576,9	2591,1	2605,3	2619,5	2633,7	1,4	2,8	4,2	5,6	7,1	8,5	9,9	11,3	12,7
55	2648,0	2662,3	2676,6	2691,0	2705,3	2719,7	2734,1	2748,6	2763,1	2777,6	1,4	2,9	4,3	5,8	7,2	8,6	10,1	11,5	13,0
54	2792,0	2806,7	2821,3	2835,9	2850,6	2865,3	2880,0	2894,7	2909,4	2924,2	1,5	2,9	4,4	5,9	7,4	8,8	10,3	11,8	13,2
53	2939,0	2953,8	2968,6	2983,5	2998,4	3013,3	3028,3	3043,3	3058,3	3073,3	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5	12,0	13,5

Tafeln zur Berechnung der Höhen.

Allein der Gebrauch dieser Formel erfordert die Anwendung der Rechnung mit Logarithmen, und die meisten Naturforscher, Geographen, und Reisende, welche sich für barometrische Nivellements interessiren, haben den Gebrauch dieser besondern Rechnungsart vergessen. Ich gebe ihnen hier eine kleine Tafel, vermittelst welcher man, durch eine sehr einfache Anwendung der drey ersten Regeln der Arithmetik, die Höhen auf eine eben so genaue, und mit viel gröſserer Leichtigkeit, als durch logarithmische Rechnung berechnet; ich stelle hier die Art dar, sich derselben zu bedienen.

Die Barometer-Stände werden an jeder Station in Bruchtheil-Metres, (Centimetres, Millimetres, und zehntheil-Millimetres) ausgedrückt, oder darauf reducirt seyn; und die Thermometer, so wohl die, welche die Temperatur des Barometers, als die, welche die, Temperatur der Luft anzeigen, werden hunderttheilig seyn.

Man nehme in der Abtheilung No. 1. der Tafel, *die der Anzahl von Centimetres, und Millimetres des Barometer-Standes an der untern Station entsprechende Höhe; ziehe davon die der Anzahl von zehntheil-Millimetre desselben Standes entsprechende Höhe ab,* so wie diese Höhe in der Abtheilung No. 2 auf derselben Horizontal-Linie als die in der Abtheilung No. 1. genommene Höhe, gegeben ist. *Dasselbe verrichte man für den obern Barometer-Stand. Sodann ziehe man den ersten Rest von dem zweyten ab.* Das Resultat würde die verlangte Höhe seyn, wenn die Temperatur überall auf Null des Thermometers wäre: man wird die durch die wirkliche Temperatur nöthig gemachten Correctionen vermittelst folgender Regeln bewirken.

1) Für das Quecksilber der Barometer. *Man ziehe die Stände der, an den Barometern befestigten, Thermometer von einander ab; vermehre den Rest um seine Hälfte und ziehe diese Zahl von der schon gefundenen Höhe ab* [1]): wäre der

1) Diese Regel, welche wir schon im Jahr 1810 gegeben hatten, setzt voraus, daſs die Ausdehnung des Quecksilbers

Stand des Thermometers an der obern Station höher, als an der andern, so würde man die Zahl hinzufügen, statt sie hinwegnehmen.

2) Für die atmosphärische Luft. *Man addire die beyden Stände der freyen Thermometer zusammen, verdopple die Summe, multiplicire dieses Doppelte mit dem tausendsten Theile des vorher erhaltenen Resultates, addire das Product zu diesem Resultate,* und man wird die gesuchte Höhe in Metres haben: die beyden Thermometer-Stände würden von einander abgezogen werden, wenn einer von selbigen unter Null wäre.

Die der Verminderung der Schwere, in senkrechter Richtung, zugehörige Correction ist in der Tafel begriffen. Was die wegen Veränderung derselben Kraft in der geographischen Breite betrift, so wird selbige so bewirkt, als oben gesagt worden: übrigens ist es überflüssig, sie in der ganzen Erstreckung Frankreichs zu machen.

Ich gebe ein Beyspiel.

Es soll das vom Mont-Grégorio mittelst der schon angeführten Beobachtungen seyn. Die beyden Barometer-Stände machen 742,2 und 605,05 Millimetres aus, die der befestigten Thermometer sind 17°,87 und 9°,50; und die der freyen Thermometer 19°,95 und 9°,9.

Die Abtheilung No. 1., giebt 388, 2 Metres für die zu 74 Centim. und 2 Millim. gehörende Höhe; die Abtheilung No. 2. giebt 2, 2 Metr. für 2 zehntheil Millim., ich ziehe

0,000188 auf jedem Grad ist: dies ist die Zahl, welche wir glaubten annehmen zu müssen, da sie die Mitte zwischen den von verschiedenen Physikern angenommenen Zahlen hält: Hr. Laplace gab 185 und Roy 192 zwischen 0 u. 30°.

Wenn man diejenige annähme, welche zuletzt mit einer besondern Sorgfalt durch Hrn. Dulong bestimmt worden, so müfste man den Unterschied zwischen den Ständen der an den Barometern befestigten Thermometer mit 1,44 anstatt mit 1,5 multipliciren. Die Höhe des Mont-Grégorio, welche nach der neuen Regel 1714, 6 Metres gefunden worden, würde nach der alten 1714,0 Metres gewesen seyn.

diese beyden Zahlen von einander ab und habe 386, o Metres.

Eben so nehme ich die zu 60 Centim. 5 Millim. gehörende Höhe: 2016, 7 Metr. und ziehe davon die 0, 05 Millim. ($\frac{1}{2}$ zehntheil - Millim.) entsprechende Höhe 0, 6 Metr. ab, und erhalte 2016, 1 Metr. Diese beyden Resultate (2016, 1 und 368, 0) von einander abgezogen, geben 1630, 1 Metres.

Ziehet man die Stände der beyden befestigten Thermometer (17°, 87 und 9°, 5) von einander ab, so hat man 8,37: vermehrt man diesen Rest um seine Hälfte, so wird er 12, 6: ich ziehe ihn von 1830, 1 ab und erhalte 1617, 5 Metres.

Ich addire die beyden Stände der freyen Thermometer (19°, 95 und 9. 9) verdopple die Summe, und habe 59. 7: nehme den tausendsten Theil von 1617, 5 solcher ist 1, 6175, oder blos 1, 62; multiplicire ihn mit 59, 7, addire das Product (96, 6) zu 1617, 5 und man hat 1714, 1 Metres.

Da die geographische Breite des Mont-Grégorio nur $\frac{1}{2}$ Grad über 45° ist, so wird die Correction wegen der Breite sich darauf beschränken, von 1714, 1 Metres die geringe Gröſse, 0, 1 Metres abzuziehen, welche die Hälfte seines zehntausendsten Theiles ist: so daſs die endliche Höhe 1714, 0 Metres seyn wird.

Die durch Logarithmen mit aller möglichen Genauigkeit berechnete Formel würde ebenfalls 1714, 0 Metres (bey Anwendung desselben Coefficienten wegen der Ausdehnung des Quecksilbers) gegeben haben.

Ich habe im Jahre 1810 eine andere kleine Tafel bekannt gemacht, welche in den Journalen dieses Jahres abgedruckt worden, und welche durch ihre äuſserste Einfachheit sowohl, als den Vortheil, daſs sie sogar auf das Barometer geklebt werden kann, welches zu den Beobachtungen dient, und also des Mitführens von Tafeln überhebt, sich empfiehlt. Sie giebt die Höhen bis auf einen Metre genau, und dies ist alles, was man für die Genauigkeit wünschen kann: ich füge sie hier bey, und stelle die Art dar, davon Gebrauch zu machen.

Barom.	Höhen.	Unterschied.
Centim.	Metres.	Metres.
77	0	103
76	104	104
75	210	106
74	317	107
73	425	108
72	535	110
71	647	112
70	760	113
69	875	115
68	992	117
67	1110	118
66	1230	120
65	1352	122
64	1476	124
63	1601	125
62	1728	127
61	1858	130
60	1990	132
59	2124	134
58	2261	137
57	2400	139
56	2541	141
55	2685	144
54	2831	146
53	2980	149
52	3132	152
51	5287	155
50	3445	158
49	3607	162
48	3772	165
47	3940	168
46	4112	172
45	4287	176
44	4466	179
43	4650	184
42	4838	188
41	5031	193
40	5228	197
39	5430	202
38	5638	208
37	5851	213
36	6070	219

Da die Barometer-Stände in Centimetres und Bruchtheil Centimetres ausgedrückt sind, *so nehme man in der Colonne der Höhen, die Zahl, welche dem untern Barometer-Stand gegenüber ist, ohne den Bruch; multiplicire* mit diesem Bruch *die entsprechende Zahl in der Colonne der Unterschiede, und ziehe das Product von ersterer Zahl ab. Dasselbe verrichte man für den Stand des obern Barometers, und ziehe sodann die also verminderten beyden* Höhen von einander ab.

Die Correctionen wegen der Temperaturen des Quecksilbers und der Luft mache man wie oben.

Wollte man durch diese Tafel die Höhe des Mont-Grégorio berechnen, wo die beyden Barometer-Stände 74,22 und 60,505 Centim. sind, so würde man in der Colonne der *Höhen* die Zahl 317 nehmen, welche den durch das untere Barometer angezeigten 74 Centim. gegenüber steht; den Bruch 0,22 des Standes, mit dem entsprechenden

Unterschiede 107 multipliciren, und das Product 24 von 317 abgezogen, würde 293 geben: eben so nähme man für den Stand des obern Barometers (60, 505), die Höhe 1990 Metres, welche der Zahl 60 gegenüber bemerkt sind, zöge davon das, von dem entsprechenden *Unterschiede* 132 mit 0, 505 multiplicirt entstandene Product (67) ab, und man hätte 1923: die beyden also verminderten Höhen (1923 und 293) von einander abgezogen, würden 1630 Metres geben, ein Resultat, welches dem durch die andere Tafel erhaltenen gleich ist.

Endlich bedient man sich bey dem Nivellement der Hügel-Lande, und im Allgemeinen der Höhen, welche nicht 400 Metres übersteigen, gewöhnlich folgender Tafel, wovon man eine Copie in seiner Brieftasche bey sich trägt, und welche die, einem Millimetre Fall des Barometers bey verschiedenen Temperaturen entsprechende, Höhe giebt. Man nimmt die Differenz zwischen den Barometer-Ständen beyder Stationen, die in Millimetres und Theilen vom Millimeter ausgedrückt ist, und multipliciret sie mit der mittlern Zahl der Tafel, zwischen den Barometer- und Thermometer-Ständen.

Gesetzt, die Barometer zeigten 75,34 Metr. und 72,88 M. an, die mittlere Temperatur der Luft wäre 15°: so siehet man, daſs die mittlere Zahl der Tafel zwischen den gegebenen 11,3, 11,4 und 11,5; 11,4 seyn wird, welche, mit 24,6 Millim. oder der Differenz zwischen den beyden Barometer-Ständen multiplicirt, 280,4 Metres für den Höhen-Unterschied giebt. Die groſse Tafel hätte 280,7 Metres gegeben. Wenn die Barometer nicht einerley Temperatur hätten, so würde eine solche Correction, wie eben angezeigt worden, nöthig seyn.

Correspondirende Höhe

zu einem Millimeter des Barometers.

Stand des Barometers.	Thermometerstand in freyer Luft.					
	10°	12°	14°	16°	18°	20°
	Metres.	Metres.	Metres.	Metres.	Metres.	Metres.
76 Centim.	10, 8	10, 9	11, 0	11, 1	11, 2	11, 3
75 - -	11, 0	11, 1	11, 2	11, 2	1 ,3	11, 4
74 - -	11, 1	11, 2	11, 3	11, 4	11, 5	11, 6
73 - -	11, 3	11, 4	11, 5	11, 5	11, 6	11, 7
72 - -	11, 4	11, 5	11, 7	11, 7	11, 8	11, 9
71 - -	11, 6	1 , 7	11, 8	11, 8	11, 9	12, 0
70 - -	11 8	11, 9	11, 9	1 ,[illegible]	12, 1	12, 2

Zweyter Theil.

Von den Fehlern bey der barometrischen Methode, ihren Ursachen, und ihrer Grösse.

Nachdem wir die Regeln der Höhen-Messung mit dem Barometer aufgestellt haben, wollen wir den Grad des Vertrauens zu erkennen geben, den sie in den verschiedenen

Fällen zeigen können, und zu dem Ende die Beschaffenheit und die Gröſse der Fehler untersuchen, die man, bey ihrer Anwendung auf die Praktik, begehen kann. Diese Fehler sind von zweyerley Gattung, die einen rühren von der gröſsern oder geringern Genauigkeit der Gröſsen her, die man bey jedem besondern Falle in die Formel einführt, und die andern kommen von der Formel selbst: die ersten sind Fehler der Beobachtung und die andern der Methode.

Fehler der Beobachtung.

So geübt auch ein Beobachter seyn mag, so gut auch die Instrumente, welche er anwendete, seyn können; so giebt es immer eine gewisse Fehler-Gränze bey der Beobachtung, auſserhalb welcher es ihm fast unmöglich ist, Gewähr zu leisten. Ich werde diese Gränze schätzen,

1) für das Barometer, auf ein zehntheil Millimetre; die Wirkung der Haarröhrchenkraft, die Vergleichung der beyden Barometer, die Lage des Auges etc. erlauben nicht, für einen geringern Fehler zu stehen: nun entspricht ein zehntheil Millimetre auf dem Boden einer Höhe von ein oder zwey Metres, der Höhe nach, in welcher man über dem Meere ist.

2) Auf einen halben Grad über die wirkliche und mittlere Temperatur der Barometer-Säule: ein Grad Irrthum über diese Temperatur entspricht auf dem Boden eines Fehlers von einem und einem halben Metre (oder 1,44 Metres), in welcher Höhe man auch seyn möge.

3) Wenigstens auf einem Grad über die wahre Temperatur jeder Station, das heiſst, der Luftschicht, wo diese Station ist: ein solcher Irrthum giebt einen Fehler von 0,002 der gemessenen Höhe. Diese Fehler sind zwar fast nie alle auf einer Seite, wo sie nähmlich alle den gesuchten Höhen-Unterschied vergröſserten oder verkleinerten; allein es ist doch nicht weniger gewiſs, daſs sie nicht erlauben, dafür zu stehen, daſs eine selbst bey günstigen Umständen gemachte Beobachtung, eine Höhe bis gegen ein oder zwey Metre plus zwey oder drey Millimetre derselben Höhe giebt.

Die Fehler der Methode oder Formel können noch viel beträchtlicher seyn. Diese Formel besteht aus drey Haupttheilen; nämlich den beständigen Coefficienten, den von der Temperatur der Luft abhängenden Coefficienten, und den von den Barometer-Ständen; wir wollen die Fehler untersuchen, welche von jedem dieser Theile herrühren können. Die, welche sich von den, auf die Temperatur des Quecksilbers und die Veränderung der Schwere, Bezug habenden Factoren herschreiben würden, können nur unbedeutend seyn.

Fehler, welcher von dem Coefficienten herrührt.

Unser Coefficient 18365, welcher durch scharfe Berechnung aus den genauesten Untersuchungen, die man in der Physik über die Gewichte der Luft und des Quecksilbers hat, hergeleitet worden, mufs als die Endgröfse der Theorie, ja ich glaube sogar sagen zu können, der Praktik, angesehen werden.

Shuckburgh, welcher Deluc's Formel auf den Mont-Salive und le Môle bey Genf, zu beglaubigen und zu berichtigen suchte, machte verschiedene trigonometrische und barometrische Operationen auf jenen Bergen: bey Anwendung der hier oben dargestellten Formel leitet man, im Mittel, 18405 als Coefficient ab; da jedoch sodann der Unternehmer nach einer grofsen Anzahl späterer Beobachtungen fand, dafs dieser Coefficient die Höhen um 0,002 zu grofs gab, so reducirte er ihn auf 18368.

Der General Roy hat in England zu verschiedenen Stunden und Tagen und bey einer mittlern Temperatur von 9°,2, eine grofse Anzahl von trigonometrischen und barometrischen Messungen gemacht. Wenn man der von diesen Gelehrten für die Ausdehnung der Luft angenommenen Zahl 0,00441, die von unsern Formeln (0,004) substituirt, so findet man 18349 zum Coefficienten.

Hr. Laplace hat nach den vom Hr. Ramond in den Pyrenäen gemachten Beobachtungen 18393 oder vielmehr 18385 gegeben; indem er daraus die Gröfse in Bezug auf die, von der Verminderung der Schwere in senkrechter Richtung in dem Gewicht der Luft, abhängige Verbesserung ableitete.

Unser Coefficient ist das Mittel zwischen den drey vorzüglichsten Resultaten aus den bis jetzt bekannten Beobachtungen.

Uebrigens zeigen die, welche ich auf dem Mont-Grégorio gemacht habe, 18305 für die Mittags-Stunde an; allein mit Rücksicht auf die Einwirkung der Stunden, welche wir bald bemerken werden, würden sie ohngefähr 18365 im Mittel zu den Tages- und Jahreszeiten geben, wo man die meisten barometrischen Beobachtungen macht.

Fehler, welche von dem thermometrischen Factor herrühren.

Diese verschiedenen Betrachtungen nöthigen mich zu schliefsen, dafs dieser Coefficient so genau ist, als man es wünschen kann, und dafs es keine Veranlassung zu einem ansehnlichen Fehler geben könnte.

Eben so wird es mit dem auf die Temperatúr der Luft Bezug habenden Factor $1 + 0,004 \frac{t + t^{1}}{2}$ seyn, welchen wir den thermometrischen Factor nennen können.

Die Erfahrungen von Saussure, Dalton und Gay-Lussac, lassen keinen Zweifel über den Theil dieses Factors, welcher die Gröfse ausdrückt, um welche die Luft, so wie alle gasartigen Substanzen, welche die Atmosphäre zusammensetzen, sich ausdehnen; eine Gröfse, welche 0,00375 auf jeden Grad des hunderttheiligen Thermometers beträgt. Wir haben ihn zwar wegen der in der Luft verbreiteten Wasserdünste auf 0,004 gesetzt; allein der Fehler, welcher aus dieser Art, die Wirkung der Dünste auf die Dichtheit der Luft zu verbessern, entstehen kann, könnte nur sehr gering seyn. Wenn das Thermometer zwischen 10° und 20°, und das Haar-Hygrometer zwischen 70 und 90° ist, und meistens halten sich diese Instrumente in diesen Gränzen; geht der Fehler nicht bis auf eintausend Theil der gemessenen Höhe, und kann folglich als Null angesehen werden: in den feuchtesten und kältesten Zeiten (die, wo es friert, für sich betrachtet), kann derselbe nicht zweytausend Theile minus seyn; und in den warmen und trocknen Zeiten wird er sich selten auf zwey und fast nie auf dreytausend Theile plus erheben.

Demnach muſs man der Gröſse $\frac{t + t^1}{2}$ die gröſsten Fehler der barometrischen Methode zuschreiben; und wir haben, als wir die Formel aufstellten, die Ursache dieses Fehlers bezeichnet. Wir haben gesehen, daſs diese Gröſse die wahre mittlere Temperatur der ganzen, zwischen den beyden Stationen begriffenen, Luftmasse ausdrücken sollte, und daſs zu dem Ende,

1) t die Temperatur der untern Schicht dieser Masse und t^1 die der obern Schicht, anzeigte;

2) die Verminderung oder Zunahme der Wärme von einer Schicht zur andern, in arithmetischer Progression geschähe: selten finden diese beyden Bedingungen in der Ausübung Statt.

In der That werden $t + t^1$, so wie wir sie an unsern Stationen nehmen, gewöhnlich von der Lage der Thermometer auf diesen Puncten, selbst an den am günstigsten scheinenden Orten, afficirt; so wird, zum Beyspiel das, in einer groſsen Ebene 2 oder 3 Metres über dem Boden im Schatten eines engen Körpers, im völligen Mittage, aufgestellte Thermometer sich mitten auf einer Wiese niedriger, als mitten auf einem, ein wenig weiter gelegenen, bearbeiteten weiſsen Lande halten: eine vorüberziehende Wolke wird oft hinreichen, um es augenblicklich um eine ansehnliche Gröſse zum Sinken zu bringen. Auf dem Gipfel eines hohen Berges, so zu sagen in freyer Atmosphäre, kann ein leichter Südwind, wie auf einer geneigten Fläche, die auf dem südlichen Abfalle ruhende, durch die Sonnenstrahlen und die Wirkung der Zurückwerfung sehr erwärmte Luft, zum Steigen bringen; sie wird den Beobachter, selbst ohne sein Wissen, mit einer wärmern Mitte umhüllen, als die Luft in der Atmosphäre, in demselben Niveau, und senkrecht über der untern Station ist; und doch sollte t^1 die wahre Temperatur dieser Luft darstellen.

Obschon die Hauptmasse der auf groſsen Höhen gemachten Beobachtungen auf die Annahme leiten könnte, daſs die Abnahme der Wärme beym Aufsteigen in der Atmosphäre, in arithmetischer Progression geschehe, oder sie vielmehr keine andere Art von Progression anzeige, so ist doch nicht weniger wahr, daſs sie uns die gröſsten Unre-

gelmäſsigkeiten bey dieser Abnahme anzeigt, wie wir solches in der vorhergehenden Anmerkung (S. 433) gesehen haben.

Diese Beobachtungen lehren uns, daſs die untere Schicht in der Temperatur beständige, örtliche und fast augenblickliche Veränderungen erleidet, welche sich selbst in einer kleinen Höhe nicht merkbar machen, so daſs die Temperatur dieser Schicht gewissermaaſsen aus der Progression heraus geht: folglich, wenn wir sie da einführen, und als äuſseres Glied annehmen, um das mittlere zu bestimmen, so werden wir einen Fehler in plus oder minus begehen, je nachdem die Schicht wärmer oder kälter seyn wird, welches sie im Mittel nicht ist; dieser Fehler wird um so gröſser seyn, je stärker die Temperatur-Veränderung und je geringer die Anzahl der Schichten oder der Glieder der Progression ist, bey denen sie sich fühlbar macht, das heiſst, je schneller sie seyn wird. Da das andere äuſsere Glied t^1 sich höher in der Atmosphäre befindet, so wird es weniger von den eben angezeigten Fehler-Ursachen betroffen werden; allein es wird es auch, und um so mehr werden, je gröſser die Gebirgsmasse ist, zu der die obere Station gehört, und je näher da das Thermometer dem Boden ist.

Aus dem eben Gesagten folgt, daſs unser Factor für die Temperatur in dem Zuviel,

1) in den Stunden und Zeiten des Tages, wo die Wärme auf der Erdoberfläche sich über die mittlere erhebt, und je schneller und beträchtlicher diese Erhöhung ist;

2) wenn von einem Tage zum andern eine ansehnliche Temperatur-Erhöhung eintritt;

3) endlich in der wärmsten Jahreszeit,

fehlerhaft seyn muſs. Er wird in dem Weniger um so fehlerhafter seyn, als an dem Tage, oder von einem Tage zum andern, eine gröſsere und schnellere Erkältung eintritt; und dies wird vornehmlich beym Aufgang der Sonne seyn, der Tageszeit, wo die die Erdoberfläche berührende Luftschicht den gröſsten Kältegrad erleidet, wo sie ihn plötzlich erleidet, ohne daſs sich selbiger den höhern Schichten merklich macht. Was kann nun die Gröſse des von dieser Ursache herrührenden Fehlers seyn? Der Menge der von den Physikern gemachten barometrischen Beobachtungen

ohngeachtet, würde es schwierig seyn, sie dergestalt darzustellen und zu vereinigen, um die besondere Wirkung des Factors für die Temperatur herauszubringen, und das Zuviel desselben festzusetzen. Mich auf einige mir gehörende Beobachtungen beschränkend, sage ich, daſs, als ich vier und zwanzig nach einander folgende Tage die Höhe des Hospitiums auf dem groſsen Sct. Bernhardt über Turin, Morgens um 8 Uhr, zu Mittage und um 4 Uhr Nachmittags nahm, ich folgende Resultate erhielt:

für 8 Uhr	. . .	2196 Metres.
- den Mittag	. .	2222 -
- 4 Uhr [1])	. .	2212 -

Beobachtungen von 37 Tagen haben mir für die Höhe desselben Hospitiums über der kleinen Stadt Aosta:

um 8 Uhr	. . .	1889 Metres
zu Mittage	. . .	1904 -
um 4 Uhr	. . .	1898 -

gegeben.

Wir wollen die 50 Tage lang zu Mittage gemachten Beobachtungen auf dem Sct. Bernhardt und Turin wieder vornehmen; als in den ersten 10 Tagen, zu Ende des July, die mittlere Temperatur 18° war, ist die Höhe 2221 Metr.

1) Der durch unsere Beobachtungen auf dem Mont-Grégorio gegebene Coefficient, auf das reducirt, was er, wie die Beobachtungen auf dem Sct. Bernhardt vermuthen lassen, um 4 Uhr Nachmittags gewesen wäre, würde nach der Vergleichung mit Turin 18387, und nach der Vergleichung mit Aosta 18363 werden: nun scheinen die Resultate der Formel um 4 Uhr das mittlere Glied zwischen denjenigen zu seyn, welche man von 9 Uhr des Morgens an bis 6 oder 7 Uhr Abends in der milden Jahreszeit erhalten würde. Wir können also daraus schlieſsen, daſs der um 4 Uhr bestimmte Coefficient, und folglich unser theoretischer Coefficient 18365, welcher von jenem nicht merklich abweicht, gleichsam das mittlere Glied ist, welches die geringsten Fehler in dem, den barometrischen Beobachtungen gewöhnlich gewidmeten, Zeitraume geben muſs.

gewesen. In den letzten 10 Tagen, zu Anfang des Septembers, als die Temperatur 14° war,
ist die Höhe nur 2202 Metr.
gewesen.

Den 7. September fiel die mittlere Temperatur um 9°, und die gefundene Höhe war nur . . . 2175 Metr.

Als Hr. Ramond beym Aufgang der Sonne eine Höhe von 2613 Metres maſs; hatte er einen Fehler von 60 Metres.

Obschon übrigens der gröſsere Theil der Unterschiede in den obenerwähnten Resultaten von dem Factor für die Temperatur herrührt, so gehört er selbigen doch nicht ganz: man sehe deshalb mein oben angeführtes Memoire.

Die Wirkung der Jahreszeiten wird durch folgende Tabelle bestätigt, welche die Höhe des Hospitiums auf dem Sct. Bernhardt über Genf nach den Beobachtungen jedes Monats giebt.

Endlich können unsere Voraussetzungen über die Schäzzung der Temperatur der, zwischen den beyden Stationen begriffenen, Luftmasse uns zu einem Fehler von ein oder zwey Thermometer - Graden verleiten; welches vier oder acht Tausendtheilen der gemessenen Höhe entspricht. Dieser bey groſsen Höhen ansehnliche Fehler ist fast unbedeutend bey denen, welche nicht zwey oder dreyhundert Metres übersteigen.

Fehler des barometrischen Factors.

Die barometrische Methode beruhet auf der Voraussezzung, daſs in der zwischen den beyden Stationen begriffenen Luftmasse einerley horizontale Schicht der Atmosphäre in allen ihren Theilen einen gleichen Druck erleidet, oder mit andern Worten, daſs das Barometer sich in selbiger überall in gleicher Höhe hält. Woraus folgt, daſs die beständigen Veränderungen, welche dieses Instrument auf einem Puncte treffen, sich gleichzeitig auch auf jedem andern, in derselben Schicht, fühlbar machen müſsten, oder welches auf dasselbe hinaus kommt, daſs der Gang der an verschiedenen Orten aufgestellten Barometer seinen Parallelismus mitten unter seinen Veränderungen (die Unterschiede in der Temperatur der, zwischen diesen Orten begriffenen,

Luftmasse für sich betrachtet), beybehalten müſste. Ob nun schon die Beobachtungen einen wirklich überraschenden Parallelismus in dem Gange der beyden an sehr von einander, zum Beyspiel, zweyhundert Meilen (lieues) gestellten Barometer anzeigen, so sehen wir doch bey Prüfung dieses Ganges im Einzelnen, daſs die Barometer-Veränderungen sich nur nach und nach verbreiten, so daſs der Schnelligkeit der Fortpflanzung ohngeachtet, wenn die Entfernung beträchtlich ist, die Veränderungen nicht gleichzeitig genug sind, damit nicht starke Fehler in der Messung der Höhen entstehen könnten; sie hangen groſsen Theils von der Richtung und der Kraft der Winde ab, welche nicht verfehlen können, einen beträchtlichen Einfluſs auf die Richtung und Schnelligkeit der Fortpflanzung auszuüben.

Dies ist die Beschaffenheit des Fehlers, welcher an dem barometrischen Factor liegt. Seine Gröſse wird Null oder wenigstens unmerklich seyn, wenn die Entfernung zwischen den beyden Stationen nicht drey oder vier Myriameters *) übersteigt, auſser dem Fall einer auſserordentlichen Bewegung in dem Barometer. Obschon die Entfernung zwischen dem Sct. Bernhardt und Turin gegen eilf Myriameters beträgt, so habe ich doch in den funfzig Tagen, so lange meine Beobachtungen dauerten, auf einer Höhe von 2220 Metres keinen Fehler von 10 bis 12 Metres gefunden, den ich mit Wahrscheinlichkeit dem barometrischen Factor zuschreiben könnte. Allein bey Vergleichung der Beobachtungen auf dem Sct. Bernhardt mit denen zu Paris bey einer Höhen-Differenz von 2430 Metres hat man Fehler von 70 und 80 Metres, wovon ein groſser Theil gewiſs eine Wirkung der Entfernung ist, welche allerdings funfzig Myriameters beträgt.

Ich wüſste kein beweiſsenderes Beyspiel von der Gröſse der Fehler, denen die Messung der Höhen unterworfen ist, zu geben, und folglich den Grad von Vertrauen, den man mit der barometrischen Methode verbinden soll, besser festzustellen, als, indem ich Monat für Monat die Höhe des

*) Ein Myriametre enthält 10,000 Metres, und hält $2\frac{1}{4}$ französische alte Meilen.

Hospitiums auf dem grofsen Sct. Bernhardt über Genf darstellte, welche aus dem Mittel der im Jahre 1818 alle Tage an diesen beyden Stationen, bey Sonnen-Aufgang und um zwey Uhr Nachmittags, gemachten Beobachtungen abgeleitet worden ist. Wenn man also das Mittel aus einer Anzahl von dreyfsig Beobachtungen nimmt, so verschwinden die Beobachtungs-Fehler sowohl, als die von vorübergehenden Ursachen, so wie ein Gewitter u. s. w., herrührenden Anomalien.

Der Sct. Bernhardt, welcher auf einem Passe, auf dem Joche der grofsen Alpen liegt, befindet sich zwischen den höchsten Spitzen, gleichsam wie verkettet: er ist ohngefähr 2510 Metres über dem Meere, und 85535 Metres (19 Meilen), ost-süd-östlich von Genf.

Monate.	Sonnen-Aufgang		um 2 Uhr Nachm.	
	Höhe.	Unterschied.	Höhe.	Unterschied.
	Metr.		Metr.	
Januar	2058	− 13	2091	− 21
Februar . .	2065	− 6	2104	− 8
März . . .	2093	+ 22	2130	+ 18
April . . .	2058	− 13	2119	+ 7
May	2080	+ 9	2132	+ 20
Juny	2074	+ 3	2147	+ 35
July	2084	+ 13	2119	+ 7
August . . .	2075	+ 4	2137	+ 25
September . .	2068	− 3	2117	+ 5
October . .	2071	0	2095	− 17
November . .	2061	− 10	2076	− 36
December . .	2062	− 9	2081	− 31
Mittel . . .	2071		2112	

Also selbst mit Hülfe der Mittel haben wir hier Fehler von 35 Metres auf 2112, das heifst, 16 auf 100: und was sehr merkwürdig ist, dafs die Fehler beym Aufgang der

Sonne geringer gewesen sind, als Nachmittag um 2 Uhr: obschon die erstere Zeit, im allgemeinen, als die ungünstigste zu Höhenmessungen angesehen wird: im gegenwärtigen Falle wäre sie mit einem für selbige bestimmten Coefficienten, günstiger, als die um 2 Uhr gewesen. Es ist wichtig, dafs die Beobachtungen auf dem Sct. Bernhardt vervielfältige, und mit der gröfsten Sorgfalt gemacht werden; der in gewissen Rücksichten etwas nachtheiligen Lage ohngeachtet, ist dies das wichtigste meteorologische Observatorium von Europa: es ist die höchste Wohnung dieses Welttheiles.

Die störenden Wirkungen des Barometers üben mehr Kraft in den untern als obern Schichten der Atmosphäre aus. Folglich, wenn man kleine Höhen mifst, wo die beyden Stationen in den erstern dieser Schichten sind, so müssen die von der Störung herrührenden Fehler, das heifst, die Fehler des barometrischen Factors beträchtlicher, als für grofse Höhen seyn. Jedoch kann man auch hier sehr befriedigende Resultate erhalten. Im Jahre 1815 sahe ich von Hrn. Macqué-Victor Professor der Physik, und Hrn. la Faure, Ingenieur der Brücken und Strafsen, in acht Tagen 56 gleichzeitige Beobachtungen zu Toulouse und Naurouse, der Theilungs-Punct der Gewässer des Canals von Languedoc machen: die Entfernung zwischen beyden Stationen ist 43000 Metres, und der, nach einer grofsen Anzahl von Nivellements bekannte Höhen-Unterschied, beträgt 50,1 Metres. Das mittlere Resultat der Barometer-Beobachtungen ist 50,0 Metres gewesen: die Tabelle dieser Beobachtungen stellt neun unregelmäfsige dergleichen dar, wovon einige einen Fehler bis gegen 4 Metres geben; allein streng genommen, könnten sie weggeworfen werden, alles zeigt an, dafs mehrere von ihnen nur von einem Beobachtungs-Fehler herrühren; bey den andern 45 übersteigen die Unterschiede nicht 2 Metres und sie sind bald plus bald minus.

Bey kürzlicher Wiederholung können wir festsetzen, dafs offenbare Fehler-Ursachen, so wie eine plötzliche und beträchtliche Temperatur-Veränderung, ein starker Regen oder Hagel, welcher die Luft auf einmal abkühlen würde, die Annäherung eines Gewitters, die Zeit eines Sturmwin-

des, eine Entfernung von mehr als zehn Myriametres zwischen den beyden Stationen, eine Lage, in welcher das Thermometre offenbar eine Temperatur anzeigen würde, welche von der in freyer Atmosphäre in derselben Höhe herrschenden verschieden wäre, und die Momente nahe am Sonnen-Aufgange für sich betrachtet, die barometrische Methode die Höhen, welche vier oder fünfhundert Metres übersteigen würden, wenigstens bis auf ein Hunderttheil ihres Werthes geben muſs. Man wird diese Fehlergränze selten erreichen, und wenn die meteorologischen Umstände, oder die der Lage nicht ungünstig, und die beyden Stationen nur einige Myriameter entfernt sind, so wird man gewöhnlich die Höhen bis auf zwey, drey oder vier Tausendtheile ihres wirklichen Werthes haben.

Praktische Betrachtungen.

Wir wollen nun noch einige Worte über die Instrumente und über die Art, sie zu beobachten, sagen.

Die zur Höhen-Messung bestimmten Barometer müssen zwey Vortheile vereinigen, welche fast unvereinbar scheinen: sie müssen leicht zu transportiren und zu handhaben, wenig Unordnungen unterworfen seyn, und zugleich die Höhe des Quecksilbers mit einer groſsen Genauigkeit geben. Von allen denen, welche bis hieher gefertigt worden, vereinigt keins jene Vortheile besser, als die von Hrn. Fortin, Künstler in Paris gefertigten: sie eignen sich vorzüglich zu sehr genauen Bestimmungen. Man fertigt dergleichen zu London, welche sehr einfach und leicht sind und Resultate von hinlänglicher Genauigkeit für die gewöhnlichen Operationen der Geologie und sogar der physischen Geographie geben; sie sind in dem 42. Bande der Bibliotheque britannique beschrieben. Vielleicht sind sie noch an Einfachheit und Bequemlichkeit durch die zuletzt von Hrn. Gay-Lussac erfundenen, und deren Construction er in dem 1ten Bande der Annales de physique et de chimie bekannt gemacht hat, übertroffen worden.

Das Barometer muſs mit einem Vernier versehen seyn, welcher die zehntheil Millimetre anzeigt, und vor und hin-

ter der Glasröhre zwey Platten oder Zeichen trägt, welche mit Genauigkeit die Lage des Visirstrahles des Beobachters fixiren. Unmittelbar vor der Beobachtung giebt man dem Quecksilber eine kleine Bewegung, überzeugt sich, ob das Quecksilber im Gefäfs dem Nullpuncte der Scale gehörig entspricht, und klopft leicht auf die Röhre, oder vielmehr auf die Einfassung, um das Anhängen des Quecksilbers an das Glas zu unterbrechen, und die Wirkung der Haarröhrchenkraft zu schwächen Sodann rückt man den Vernier so lange herunter, bis der Visir-Strahl zu der Spitze der Erhabenheit der Quecksilber-Säule eine Tangente oder vielmehr fast eine Tangente sey.

Das Barometer führt ein dergestalt angebrachtes Thermometer, dafs es die Temperatur des Quecksilbers, so genau als möglich, geben kann. Zu dem Ende mufs seiner Kugel die unmittelbare Berührung mit der äufsern Luft gesichert seyn, und das Instrument so lange hängen gelassen werden, dafs es durchaus den nämlichen Wärmegrad annehme; man mufs, so viel als möglich, vermeiden, es in die Sonne zu hängen.

Die zur Ausmittelung der Temperatur der Luft bestimmten Thermometer müssen eine entblöfste Kugel haben, und sehr empfindlich seyn. Man mufs sie so stellen, dafs sie die Temperatur der Luft-Schicht, in welcher sie sich befinden, so geben, wie sie in freyer Atmosphäre ist; der Beobachter wird seine ganze Vorsicht anwenden, um zu bewirken, dafs sie wirklich so ist: folglich mufs er sie, so viel als möglich, von dem Erdboden entfernen; 5, 6 und sogar 8 oder 10 Metres hoch, wenn es angeht, aufstellen; im Schatten eines engen Körpers dergestalt halten, dafs sie nicht von den Sonnenstrahlen betroffen werden, sie vor der Zurückprallung dieser Strahlen von den nächsten Körpern zu schützen, indem sie sonst die Temperatur der dadurch erwärmten Luft geben würden, u. s. w.

Die verschiedenen, auf den beyden Stationen gebraucht werdenden Instrumente müssen häufig unter sich verglichen werden; sie müssen es auch mit Instrumenten von anerkannter Güte seyn. Also werden die Barometer mit einem guten Heberbarometer oder mit einem auf einer Sternwarte

verglichen; die unter ihnen bestehende Differenz, welche entweder von der Haarröhrchenkraft oder der Lage des Nullpuncts der Scale herrühren kann, ist eine beständige, bey der Beobachtung, entweder zu addirende oder abzuziehende Gröfse.

Anmerkung des Uebers. Zum Schlufs dieser so deutlich und vollständig dargestellten Methode des Höhenmessens mit dem Barometer, führe ich noch die zur 3ten Auflage von J. G. Lehmann's Lehre der Situations-Zeichnung, welche zu Anfang dieses 1820sten Jahres bey Arnold in Dresden erschien, von mir entworfene Anleitung zum Höhenmessen mit dem Barometer an. Ich habe darin die Theorie dieser Methode so deutlich als möglich zu machen gesucht, und im practischen Theile mehrere Thatsachen aufgestellt, welche die Genauigkeit und Leichtigkeit dieser Höhen-Messungsart darthun. Als die hierzu brauchbarsten Instrumente habe ich die Heberbarometer, und zur schnellen und leichten Berechnung die Oltmannschen hypsometrischen, auf Laplac'es Formel gegründeten, Tafeln empfohlen. Diese Tafeln führen bey der Berechnung der Höhen schneller zum Ziele, als andere zwar noch kürzer scheinende Tafeln, selbst die von D'Aubuisson in gegenwärtiger Abhandlung aufgestellten nicht ausgenommen.

Uebrigens verweise ich die Leser auf obenerwähnte Anleitung, über welche auch in dem achten Heft des 13ten Jahrganges der Heidelberger Jahrbücher der Litteratur eine empfehlende Critik erfolgt ist.

Analytische Auflösung der Aufgabe.

Wir stellen nun die Formel zur Bestimmung der Höhen mit dem Barometer in ihrer Allgemeinheit dar; es sey zu dem Ende

x = der Höhen-Differenz zwischen den beyden Stationen.

a = der Höhe der untern Station über dem Meere.

H = der Länge der Barometer-Säule auf der untern Station.

h = der Länge der Säule auf der obern Station.

p = der Dichtheit des Quecksilbers bey Null des Thermometers.

p^{I} = der Dichtheit des Quecksilbers in dem untern Barometer,

p^{II} = der Dichtheit des Quecksilbers in dem obern Barometer.

G = der Schwerkraft an der Meeresfläche und im 45° der Breite

g = der Schwerkraft an der Meeresfläche, und an dem Ort der Beobachtung.

g^{I} = der Schwerkraft an der untern Station.

g^{II} der Schwerkraft an der obern Station.

q = der Dichtheit der trocknen Luft, an der Meeresfläche, im 45° der Breite, bey Null des Thermometers, und unter dem barometrischen Druck von $G.\ p.\ 0,76$ Metres.

q^{I} = der Dichtheit der Luft in der untern Station, und folglich unter dem Druck $g^{I}\ p^{I}\ H$.

q^{II} = der Dichtheit der Luft in der obern Station, oder unter dem Druck $g^{I}\ p^{II}\ h$.

r = dem Erd-Halbmesser, welchen man hier für alle Breiten einerley und gleich 6366700 Metres annehmen kann.

Wenn eine Luftmasse im Gleichgewicht ist, so erleiden die Theile einer horizontalen Schicht einen gleichen Druck; also sind alle Luftsäulen von einerley Durchmesser, welche auf dieser Schicht ruhen, am Gewichte gleich, und dieses Gewicht ist so groſs, als die Quecksilbersäule eines in dieser Schicht aufgestellten Barometers: woraus folgt, *daſs das Gewicht einer senk-*

rechten Luftsäule zwischen den Niveaus der beyden Stationen dem Unterschiede zwischen den Gewichten der Barometer-Säulen auf diesen Stationen gleich ist.

Daher die Fundamental-Gleichung

$$S\, g^{II}\, q^{II}\, dx = g^{I}\, p^{I}\, H - g^{II}\, p^{II}\, h;$$

denn da die Grundfläche der Säulen 1 ist, so ist $g^{II}\, q^{II}\, dx$ das Gewicht einer Differenzial-Schicht der in der Höhe x genommenen Luftsäule.

Da die Schwerkraft im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernung vom Mittelpuncte der Erde ist, so hat man

$$\frac{g^{II}}{g} = \left\{\frac{r + a + x}{r}\right\}^2 = 1 - \frac{2a + 2x}{r},$$

wobey bemerkt wird, daſs alle Glieder, welche r^2 im Nenner enthalten, äuſserst klein sind und vernachlässiget werden können.

Wir machen

$$x\left\{1 - \frac{2a + x}{r}\right\} = x^{I};$$

die Differenziirung wird

$$g^{II}\, dx = g dx^{I} \text{ geben.}$$

Da die Temperatur als gleich angenommen wird, so sind die Dichtheiten der Luft, wie die zusammendrückenden Kräfte, also

$$\frac{q^{I}}{q^{II}} = \frac{g^{I}\, p^{I}\, H}{g^{II}\, p^{II}\, h}$$

Demnach wird die Fundamental-Gleichung

$$S g q^{II}\, dx^{I} = g^{I}\, p^{I}\, H - g^{I}\, p^{I}\, H\, \frac{q^{II}}{q^{I}}$$

Wenn man differenziirt, so hat man

$$g dx^{I} = \frac{g^{I}\, p^{I}\, H}{q^{I}} \cdot \frac{dq^{II}}{q^{II}}$$

deren Integral (wo die Constante für die untere Station, oder $x = 0$ und $q^{II} = q^{I}$ bestimmt werden).

$$gx^{I} = \frac{g^{I}\,p^{I}\,H'}{q^{I}}\left[\log q^{I} - \log q^{II}\right] = \frac{g^{I}\,p^{I}\,H}{q^{II}}\log\frac{q^{I}}{q^{II}} = \frac{g^{I}\,p^{I}\,H}{q}\log\frac{g^{I}\,p\,H}{g^{II}\,p^{II}\,h}$$

ist.

Für x^{I} den obigen Werth gesetzt, und denen hyperbolischen Logarithmen die Tafel-Logarithmen substituirt, wo m der Modul der letztern ist, so hat man

$$x = \frac{g^{I}\,p^{I}\,H}{g\;q^{I}\,m}\left\{\log\frac{g^{I}\,p^{I}\,H}{g^{II}\,p^{II}\,h}\right\}\left\{1 + \frac{2a + x}{r}\right\} \cdots (0)$$

Wir substituiren nun constante oder bekannte Gröſsen denen veränderlichen, welche in dieser Gleichung sind.

Die Schwerkraft verändert sich in verschiedenen Breiten, nach Verhältniſs der Länge des Pendels; und wenn diese Länge in einer Breite l, 0,990031 Metr. + 0,005637 $\sin^2 l$, gleich ist, so schlieſst man, indem man bemerkt, daſs $2 \sin^2 l = 1 - \cos 2l$, und im 45° $\cos 2l = 0$ ist,

$$g = G\,(1 - 0{,}0028 \cos 2l).$$

Die Dichtheit der Luft hängt nicht allein von den zusammendrückenden Gewichten, sondern auch von der Temperatur, welcher dieses Fluidum unterworfen ist, und von den Dünsten ab, welche mit selbigem vermischt sind. Obschon die Wärme progressiv von einer Station zur andern abnimmt, so ist doch klar, daſs x, das heiſst, die Länge einer Luftsäule zwischen den beyden Stationen dieselbe bleiben wird, wenn man in ihrer ganzen Ausdehnung eine gleichförmige, und ihrer mittlern gleiche, Temperatur annimmt, wo α diese mittlere Temperatur seyn mag: man weiſs, daſs eine Luftmasse, deren Volumen bey 0° des hunderttheiligen Thermometers, 1 ist, ein durch $1 + 0{,}00375\,\alpha$, dargestelltes Volumen, bey α° desselben Thermometers einnimmt, und die Dichtheiten dem umgekehrten Verhältnisse der Volumen folgen. Die wässerigen Dünste, wenn sie sich mit der Luft vermischen, vermindern deren Dichtheit; wenn die Dichtheit der trocknen Luft durch 1 ausgedrückt wird und Δ die mittlere, von der Wirkung des Dunstes in der zwischen den beyden Stationen begriffenen Luftmasse, herrührende Verminderung darstellt, so wird $1 - \Delta$ die Dichtheit dieser Masse ausdrücken [1].

1) Δ ist nur ein sehr kleiner Bruch, dessen Werth $\frac{3f}{8k}$ ist, wo k die Höhe des Barometers in der Luftmasse, welche man betrachtet, und f die elastische Kraft des in dieser Masse enthaltenen Dunstes ist, wir haben Seite 440 die Art seiner Ausmittelung bekannt gemacht.

Wir wollen die drey Elemente der Dichtheit der Luft in Betrachtung nehmen, wir haben also: $q : q^{I} :: G.\ p.\ 0{,}76 \times (1 + 0{,}00375\ \alpha) \times 1 : g^{I}\ p^{I}\ H \times 1 \times (1 - \Delta)$,

$$\text{oder } \frac{g^{I}\ p^{I}\ H}{q^{I}} = \frac{G.\ p.\ 0{,}76}{q}\ (1 + 0{,}00475\ \alpha)\ (1 + \Delta).$$

Das Quecksilber dehnt sich um 0,00018 auf jedem Grad des hunderttheiligen Thermometers aus; so daſs wenn T die Temperatur des untern Barometers und T^{I} die des obern Barometers ist, so hat man beynahe

$$\frac{p^{II}}{p^{I}} = 1 - 0{,}00018\ (T - T^{I})$$

$$\text{Ferner } \frac{g^{I}}{g^{II}} = 1 = \frac{2x}{r}.$$

Also

$$\log \frac{g^{I}\ p^{I}\ H}{g^{II} p^{II}\ h} = \log \frac{H}{h} + \log\left[1 - 0{,}00018\ (T - T^{I})\right] + \log\left(1 + \frac{2x}{r}\right) =$$

$$\log \frac{H}{h} - 0{,}000078\ (T - T^{I}) + \frac{2xm}{r},$$

weil die letztern Logarithmen, die zu der mit sehr kleinen Brüchen begleiteten Einheit gehören, diese Brüche selbst mit dem Modul m ($=$ 0,43429) multiplicirt sind.

Substituirt man in der Gleichung (O), die Werthe von $g, \frac{g^{I}\ p^{I}\ H}{q^{I}}$ und $\log \frac{g^{I}\ p^{I}\ H}{g^{II}\ p^{II}\ h}$, welche wir so eben gefunden haben, so hat man

$$x = \frac{p.\ 0{,}76}{q.\ m} (+ 0{,}00375\,\alpha)(1 + \Delta)(1 + 0{,}00284 \cos 2l)\left(1 + \frac{2a + x}{r}\right)$$

$$\left[\log \frac{H}{h} - 0{,}000078\ (T - T^{I}) + \frac{2xm}{r}\right]$$

wir machen, der Kürze wegen

$$\frac{p.\ 0{,}76}{q\,m} = c$$

$$\log \frac{H}{h} - 0{,}000078\ (T - T^{I}) = d$$

$$1 + 0{,}00375\ \alpha = \gamma$$

$$1 + \Delta = \varphi$$

$$1 + 0{,}0028\ \cos 2l = \lambda$$

und x allein gebracht, werden wir zur End-Formel

$$x = \lambda\varphi\lambda d \left\{ c + \frac{2c^2\gamma\varphi\lambda m}{r} + \frac{2\,ca}{r} + \frac{c^2\,\gamma\varphi\lambda d}{r} \right\}.$$

haben.

Wir wollen nun in dieser Formel einige zur Ausübung passende Verwandlungen bewirken und zuvor bemerken, dafs nach den Untersuchungen der Hrn. Biot und Arago über die Gewichte der Luft und des Quecksilbers, $\frac{p}{q} = 10467$, und folglich der *beständige Coefficient* $c = 18317$ Metres.

Da das Glied $\frac{2\,c^2\gamma\varphi\lambda m}{r}$ in Bezug auf c sehr klein ist, so kann man in selbigem φ und λ vernachlässigen, welche nur sehr wenig von der Einheit abweichen, giebt man sodann dem γ die Werthe, welche es von 0° bis zu 26 haben kann, welches die gröfste Temperatur ist, die man bey der Messung der Höhen annehmen könnte, so wird das Glied nur um 46 bis 50 Metres verschieden seyn.

Fügt man solches zu 18317 hinzu, so kann man es beständig und 48 Metres gleich, annehmen: macht man hernach $18317 + 48 = c^1$ und bemerkt, dafs $\frac{c^1}{r}$ nicht merklich von $\frac{c}{r}$ abweicht, so wird man haben:

$$x = c^1\,\gamma\varphi\lambda d + \frac{c^1\,\gamma\varphi\lambda d.\;2a}{r} + \frac{(c^1\,\gamma\varphi\lambda d)^2}{r}$$

Wenn die untere Station an der Meeresfläche (und auch, wenn sie nicht mehr als 300 Metres drüber) ist, so kann das a enthaltene, Glied vernachlässiget werden, dann ist

$$x = c^1\,\gamma\varphi\lambda d + \frac{(c^1\,\gamma\varphi\lambda d)^2}{r} \quad . \; . \; . \; (R)$$

ein zur Berechnung sehr bequemer Ausdruck, weil das zweyte Glied blos das Quadrat des ersten durch r dividirt, ist.

Die Gröfse Δ ist in der Atmosphäre von 0,001 bis zu 0,008 veränderlich; im Allgemeinen wächst sie mit der Temperatur;

und ohne sich auszusetzen, einen bedeutenden Fehler zu begehen, kann man $\Delta = 0{,}000025\ \alpha$; oder, welches dasselbe ist, mit Hrn. Laplace, $\gamma\varphi = 1 + 0{,}004\ \alpha$ machen.

Wir haben schon mit demselben Gelehrten, $\alpha = \frac{t + t^1}{2}$ angenommen.

Nach allen diesen, und indem man $x^1 = c^1\,\gamma\varphi\lambda d$, findet man die S. 343 und 444 gegebenen End-Gleichungen wieder.

$$x^1 = 18365\ [1 + 0{,}0028 \cos 2l]\ [1 + 0{,}002\ (t + t^1)]$$
$$[\log H - \log h - 0{,}000078\ (T - T^1)],$$

$$\text{und } x = x^1\left(1 + \frac{2a + x}{r}\right).$$

Wenn man B und b die Erhöhung unsrer beyden Stationen über der Meeresfläche, oder vielmehr über den dieser Fläche sehr nahen Puncte nennt, wo das Barometer auf 0,77 Metr. im Augenblick der Beobachtung, und in dem Falle, wo die Temperatur, sowohl der Barometer als der Luft auf Null des Thermometers in der Breite von 45°, seyn würde, so wird man nach der Formel (B) haben,

$$B = 18365\ (\log 0{,}77 - \log H) + [18365\ (\log 0{,}77 - \log H)]^2\ \frac{1}{r}$$

$$b = 18365\ (\log 0{,}77 - \log h) + [18365\ (\log 0{,}77 - \log h)]^2\ \frac{1}{r}$$

Ferner, $18365 \times 0{,}0000782 = 1{,}44$ oder $1{,}5$ [1].

Mithin $x = [B - b - 1{,}5\ (T - T^1)]\ 1 + 0{,}002\ (t + t^1)]$ ein leicht zu berechnender Ausdruck, wenn man die den verschiedenen Werthen von H und h entsprechenden Werthe von B und b hat. Dies sind die Werthe, welche den Gegenstand der oben aufgestellten Tafeln ausmachen. Dieselbe Formel reicht für unsere Art hin, die Verbesserung für die Temperatur der Barometer und der Luft zu machen. Was die Correction wegen der Breite betrifft, so haben wir die Art gezeigt, sie zu bewirken.

Wir wollen mit einigen theoretischen Betrachtungen über die Formel und über die Beschaffenheit ihres beständigen Coef-

1) In der Anmerkung S. 440 haben wir die Ursachen angegeben, welche uns veranlafst haben, 1,5 statt 1,44 zu setzen.

ficienten schliessen. Nimmt man an, dass die Temperatur auf 0°, die Luft trocken, und die Schwerkraft constant ist, so hat man blos

$$x = cd = 18317\,(\log H - \log h).$$

Die Factoren γ, ϕ, λ, verbessern nach und nach die Wirkung der in Bezug auf die Temperatur, die Feuchtigkeit und Veränderung der Schwerkraft nach der Breite, gemachten Voraussetzung. Was das betrifft, was diese Kraft in senkrechter Richtung ist, so wird die Wirkung der Abnahme durch die drey Glieder des vieltheiligen Factors, in der Haupt-Gleichung

$$x = \gamma\phi\lambda d \left\{ c + \frac{2c^2\gamma\phi\lambda m}{r} + \frac{2ca}{r}\,\frac{c^2\gamma\phi\lambda d}{r} \right\},$$

verbessert, welche Glieder, nach dem, was oben gesagt worden, und da man bemerkt, dass $\frac{\gamma\phi\lambda d}{s}$ nicht merklich von $\frac{x}{r}$ verschieden ist, folgendermaassen geschrieben werden können:

$$48 + 0{,}0058\,a + 0{,}0029\,x$$

Das erste von den dreyen bezieht sich auf die Verminderung der Gewichte des Quecksilbers in den Barometern, durch die Wirkung der Veränderung der Schwerkraft in senkrechter Richtung, und die beyden andern auf die Verminderung des Gewichts der, zwischen den beyden Stationen begriffenen, Luftmasse. Das erste vermehrt den Coefficienten um die beständige Grösse von 48 Metres, das zweyte vermehrt ihn um ohngefähr 0,006 a, und das letzte um 0,003 x.

Der beständige Coefficient c hat zum Ausdruck $\frac{p.\ 0{,}76\ \text{Metr.}}{q.\ m}$, oder noch allgemeiner $\frac{p\,b}{D\,m}$, wo b irgend eine barometrische Höhe und D die Dichtheit der Luft unter diesem Drucke b ist; denn $\frac{0{,}76}{q} = \frac{b}{D}$.

Wenn b den Stand des Barometers an der Meeresfläche vorstellte, und die Atmosphäre überall dieselbe Dichtheit als an dieser Fläche hätte, so würde die also beschaffene Atmosphäre, da sie die Länge der in dem Verhältniss der Dichtheiten p und D, des Quecksilbers und der Luft vergrösserte Barometer-Säule

b ist, $\frac{pb}{D}$ seyn, woraus wir schliefsen, dafs unser beständiger Coefficient nur *die Höhe der Atmosphäre in der Voraussetzung einer beständigen* durch den Modul der Tafeln getheilten, *Dichtheit ist* Man kann also sagen, *dafs die Höhe eines Ortes über einen andern, der Höhe der Atmosphäre mit dem Unterschiede zwischen den natürlichen Logarithmen der an diesen beyden Orten beobachteten Barometer-Säulen, multiplicirt, gleich ist*, wobey man voraussetzt, dafs die Atmosphäre überall denselben Grad von Dichtheit, als an der Meeresfläche hat, und denselben Grad der Temperatur, Feuchtigkeit und Schwere besitzt, als die zwischen den beyden Stationen begriffene Luftmasse.

Man siehet auch nach dem, was so eben dargestellt worden, dafs unser Coefficient (7955 Metres, wenn man die natürlichen Logarithmen anwendet), oder die Höhe der Atmosphäre in der Voraussetzung einer beständigen Dichtheit, der Modul der *barometrischen Logarithmen* ist; mit andern Ausdrücken, dafs sie die Subtangente einer logarithmischen Linie darstellt, in welcher die Barometer-Säulen die Ordinaten, und die entsprechenden Höhen die Abscissen seyn würden.

Verbesserungen.

In der Vorrede des Verfassers in der ersten Zeile, wo statt Neugierde „Wifsbegierde“, stehen sollte.

Seite 4 letzte Zeile unten statt herrührt lese man: herrühren.

— 29 Z. 14 von unten, st. ist sie lese man: ist er,
15 v. u., st. ihre Menge l. m.: seine Menge
17 v. u., st. sie kommt l. m.: er kommt.

— 38 — 14 v. oben, st. innern, l. m.: innere.

— 46 — 2 v. u., in der Anm. st. S. lese man: S. 43.

— 48 — 4 v. u., st. Höhe 1800 Metres, lese man: Höhe von 1800 Metres.

— 50 — 17 v. o., st. 3 Fufs 1 Metre, l. m.: 3 Fufs oder 1 Metre.

— 60 hinter hohe Regionen sollte (Hochlande) und niedrige Regionen, (Niederungen) stehen.

— 65 Z. 8 v. u., st. Seiten, l. m.: Rippen.

— 71 — 5 v. u., st. Lluis, l. m.: Ecluse.

— 81 — 9 v. o., st. Rosierés, l. m.: Rozières.

— 94 — 20. 21 v. o., st. fort der Eclure, l. m.: fort de l'Ecluse.

— 99 — 22 v. o., ist hinter Schleusen-Durchgang, (passage de l'Ecluse) einzuschalten.

— 112 — 13 v. u., st. nach der Billardière, l. m.: nach Labillardière (ein Autor).

— 118 — 14 v. o., st. Senit-Block, l. m.: Syenit-Block.

— 135 — 16. 17 v. o.: Wasserstoffgase, l. m.: Wasserhaltige Stoffe.

— 138 — 12 v. o. ist Porzellanerden einzuklammern.

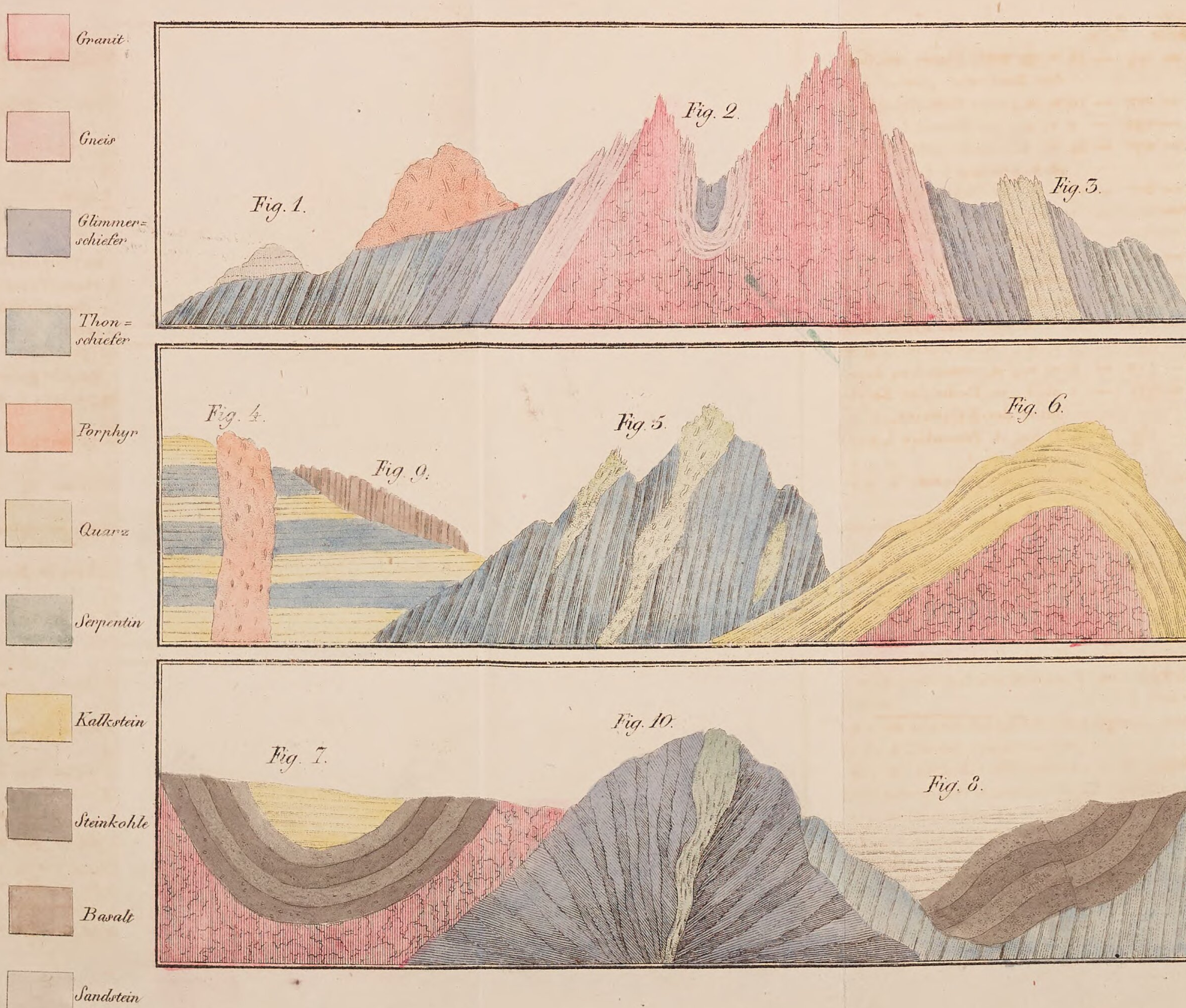
— 213 — 6 v. u., st.; und sie wie, l. m.: und ihn wie,

— 218 — 14 v. o., st. Alpinen, l. m.: Alpen.

Seite.	Zeile.
— 219	— 11 v. u. muſs hinter weiſsen Sandstein, (Quader-Sandstein) gesetzt werden.
— 227	— 10 v. o., statt Gewölblager, l. m.: Gerölllager.
— 231	— 2 v. u., st. Ebene, l. m.: Fläche.
— 252	— 14 v. o., nach gebildet wurden, ist „hatte" einzuschalten.
— 257	— 13 v. u., st. Schichten, l. m.: Lagen.
— 280	— 1 hinter, nach gesäuertes Eisen, setze man: (Magneteisenstein).
— 300	— 8 v. u., st. hydeatirtes, l. m.: hydratirtes (Wasserhaltiges) Eisen.
— 303	— 4 v. u., st. Ammaniten, l. m.: Ammoniten.
— 316	— 16 v. o., st. (flanco), l. m.: (flancs).
— 330	— 8 v. u., st. (nivotant), l. m.: (pivotant)
— 337	— 8 v. u., st. wenn die, l. m.: wenn wir die.
— 351	— 1 oben, st. Reihe der Kalksteingebirge, l. m.: Reihe der Kalksteine.
— 365	— 9 v. u., st. Phonokite l. m. Phonolithe (Klingsteine).
— 401	— 10 v. u., st. stürzten, l. m.: stützten.
— 420	— 7 v. o., hinter selbige ist, „mehr" zu setzen.

— 428 letzte Zeile unten, hinter Cornouailles, setze man: Kornwallis.

in der Höhen-Messungs-Tafel zu S. 446 ist in No. 1, statt Baromeders: Barometers zu lesen.


Granit
Gneis
Glimmer=
schiefer
Thon=
schiefer
Porphyr
Quarz
Serpentin
Kalkstein
Steinkohle
Basalt
Sandstein
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 9.
Fig. 7.
Fig. 10.
Fig. 8.

Bayerische StaatsBibliothek

Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Aubuisson de Voissins, Jean F. <<d'>>,

J. F. D'Aubuissons de Voisins königl. französischen Ober-Berg-Ingenieur ...
Geognosie oder Darstellung der jetzigen Kenntnisse über die physische und mineralische Beschaffenheit der Erdkugel
Bd.: Erster Band

Dresden 1821

Bamberg, Staatsbibliothek -- Geol.o.41(1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11451206-5